



TESIS - TE142599

**KLASIFIKASI TINGKAT KEBUSUKAN DAGING
MENGUNAKAN SENSOR GAS SEMIKONDUKTOR,
PENGOLAHAN CITRA GLCM DAN *NEURAL
NETWORK***

VINDA SETYA KARTIKA
07111550040201

DOSEN PEMBIMBING

1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT
2. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TESIS - TE142599

**KLASIFIKASI TINGKAT KEBUSUKAN DAGING
MENGUNAKAN SENSOR GAS SEMIKONDUKTOR,
PENGOLAHAN CITRA GLCM DAN *NEURAL
NETWORK***

VINDA SETYA KARTIKA
07111550040201

DOSEN PEMBIMBING

1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT
2. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN


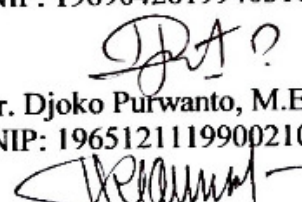
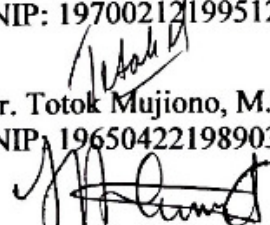
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

Vinda Setya Kartika
NRP. 07111550040201

Tanggal Ujian : 19 Desember 2017
Periode Wisuda : Maret 2018

Disetujui oleh:

- 
1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT (Pembimbing I)
NIP: 196904261994031003
 2. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D (Pembimbing II)
NIP: 196512111990021002

 3. Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT (Penguji)
NIP: 197002121995121001
 4. Ir. Totok Mujiono, M.Ikom, Ph.D (Penguji)
NIP: 196504221989031001

 5. Muhammad Attamimi, B.Eng., M.Eng., Ph.D (Penguji)
NPP: 1985201711039

Dekan Fakultas Teknologi Elektro



Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T.
NIP: 197002121995121001

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul **“KLASIFIKASI TINGKAT KEBUSUKAN DAGING MENGGUNAKAN SENSOR GAS SEMIKONDUKTOR, PENGOLAHAN CITRA GLCM DAN *NEURAL NETWORK*”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Desember 2017



Vinda Setya Kartika

NRP. 07111550040201

Halaman ini sengaja dikosongkan

KLASIFIKASI TINGKAT KEBUSUKAN DAGING MENGUNAKAN SENSOR GAS SEMIKONDUKTOR, PENGOLAHAN CITRA GLCM DAN *NEURAL NETWORK*

Nama mahasiswa : Vinda Setya Kartika
NRP : 07111550040201
Pembimbing : 1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT
2. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D

ABSTRAK

Klasifikasi tingkat kebusukan daging merupakan penggolongan daging menjadi beberapa tingkatan berdasarkan kebusukannya. Adanya kasus penjualan daging busuk di masyarakat menjadi alasan mengapa klasifikasi tingkat kebusukan ini diperlukan. Kebusukan pada daging dapat dideteksi dengan menggunakan indra penciuman dan penglihatan. Klasifikasi secara otomatis dilakukan untuk menggantikan peranan indra penciuman dan penglihatan dikarenakan gas yang terkandung didalam daging busuk dapat membahayakan tubuh apabila terhirup secara langsung yang mengakibatkan gangguan pada saluran pernafasan, daging busuk berbahaya apabila dikonsumsi karena terkontaminasi oleh bakteri yang dapat mengakibatkan keracunan makanan. Bakteri pada daging busuk tidak akan mati meskipun daging dimasak. Selain itu, klasifikasi akan memperoleh hasil yang berbeda-beda karena disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adanya tingkat pengetahuan, subyektifitas, dan pengalaman seseorang. Pada penelitian ini dilakukan pendeteksian dengan menggunakan deret sensor gas semikonduktor untuk mendeteksi gas yang terkandung di dalam daging. Pengolahan citra menggunakan *Angular Second Moment* (ASM) dan *Inverse Difference Momentum* (IDM) untuk mendeteksi warna dan tekstur pada permukaan daging. Output dari sensor gas semikonduktor dan pengolahan citra menjadi masukan bagi *neural network*. Fungsi dari *neural network* ini adalah untuk mengklasifikasi tingkat kebusukan daging dengan cara dilatih terlebih dahulu. Hasil klasifikasi dari *Neural Network* mempunyai tingkat keberhasilan 89%. Dari hasil ini menunjukkan sistem klasifikasi tingkat kebusukan daging sudah baik karena dapat membedakan kebusukan daging. Metode ini diharapkan dapat menggantikan peran indra manusia dalam penggolongan daging secara otomatis.

Kata kunci: *neural network*, pengolahan citra, sensor gas, tingkat kebusukan daging

Halaman ini sengaja dikosongkan

SPOILED MEAT LEVEL CLASSIFICATION USING SEMICONDUCTOR GAS SENSOR, IMAGE PROCESSING AND NEURAL NETWORK

By : Vinda Setya Kartika
Student Identity Number : 07111550040201
Supervisor(s) : 1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT
2. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D

ABSTRACT

The classification of the degree of meat rot is a classification of meat into several levels based on its rottenness. The existence of a case of rotten meat sales in the community is the reason why this classification of decay levels is needed. Rottenness in meat can be detected using the sense of smell and sight. Classification is automatically performed to replace the role of the sense of smell and vision because the gas contained in rotten meat can harm the body if inhaled directly causing interference in the respiratory tract, rotten meat harmful if consumed due to contamination by bacteria that can lead to food poisoning. Bacteria in rotten meat will not die even if the meat is cooked. In addition, the classification will get different results because it is caused by many factors, including the level of knowledge, subjectivity, and one's experience. In this study detection by using semiconductor gas sensor array to detect the gas contained in the meat. Image processing uses Angular Second Moment (ASM) and Inverse Difference Momentum (IDM) to detect color and texture on the surface of the meat. The output of the semiconductor gas sensors and image processing become input for the neural network. The function of this neural network is to classify the level of decay of the meat by way of being trained first. The classification results of Neural Network had a success rate of 89%. From these results indicate the classification system of meat rot has been good because it can distinguish the decay of meat. This method is expected to replace the role of the human senses in the classification of meat automatically.

Key words: gas sensor, image processing, meat decay rate, neural network

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Klasifikasi Tingkat Kebusukan Daging Menggunakan Sensor Gas Semikonduktor, Pengolahan Citra dan Neural Network”. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Pascasarjana Teknik Elektronika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tesis ini tidak dapat tersusun dengan baik tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan dari banyak pihak yang diberikan kepada penulis. Oleh karena itu penulis memberikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Muhammad Rivai, ST., MT dan Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah banyak berkontribusi selama proses pembuatan tesis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT, Ir. Totok Mujiono, M.Ikom, Ph.D, dan Muhammad Attamimi, B.Eng., M.Eng., Ph.D selaku dosen penguji dalam ujian tesis yang telah memberikan saran-saran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Bapak Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D selaku dosen wali yang telah memberikan saran-saran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
4. Kepada Koordinator Pascasarjana Teknik Elektronika, Koordinator Pascasarjana Jurusan Teknik Elektro dan Ketua Jurusan Teknik Elektro serta karyawan Pascasarjana Teknik Elektro yang telah membantu penulis dalam segala urusan administrasi selama menempuh kuliah di ITS.
5. Kepada Ibu dan Bapak serta seluruh keluarga yang sudah memberikan banyak dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tesis ini.
6. Kepada Nanang Warih Handoko, Rekan-rekan S2 angkatan 2015, juga rekan-rekan Lab.B402 yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

7. Seluruh pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini dengan baik.

Menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna, maka kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa datang. Penulis berharap agar tesis ini dapat bermanfaat.

Surabaya, 04 Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Kontribusi	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Kualitas Daging	7
2.2 Sensor Gas	10
2.2.1 Sensor Gas TGS 2602	10
2.2.2 Sensor Gas MQ-136	11
2.2.3 Sensor gas MQ-137	13
2.3 Konversi Analog ke Digital	14
2.4 Pengolahan Citra	17
2.4.1 <i>Gray Level Co-occurent Matrix (GLCM)</i>	17
2.5 Komunikasi Serial	20
2.6 <i>Neural Network</i>	21
2.7 <i>Light Intensity Sensor</i>	24
2.8 Kontrol Intensitas lampu	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	29

3.1	Studi Literatur tentang kebusukan daging	29
3.2	Perancangan Sistem Klasifikasi Tingkat Kebusukan Daging	29
3.3	Sensor Gas Semikonduktor	31
3.4	Konversi Sinyal Analog ke Digital	33
3.5	Kamera	35
3.6	Pengolahan Citra	36
3.7	GLCM	37
3.8	<i>Neural Network</i>	38
3.9	<i>Light Intensity Sensor</i>	39
3.10	Kontrol Intensitas Lampu	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Pengujian Deret Sensor Gas	42
4.2	Analisa Deret Sensor Gas	45
4.3	Pengujian Konversi analog ke digital dan komunikasi serial	45
4.4	Analisa pengujian Konversi analog ke digital dan komunikasi serial	48
4.5	Pengujian GLCM	48
4.6	Analisa Data Ekstraksi fitur	51
4.7	Pengujian Intensitas Cahaya	51
4.8	Analisa pengujian intensitas cahaya	52
4.9	Pengujian Kontrol Intensitas Lampu	53
4.10	Analisa pengujian kontrol intensitas lampu	54
4.11	Pengujian Neural Network	55
4.12	Analisa Pengujian Neural Network	57
4.13	Analisa Data Keseluruhan	59
BAB 5 KESIMPULAN		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		69
Lampiran 1		69
Lampiran 2		77
Lampiran 3		89

Lampiran 4	91
Lampiran 5	99
Lampiran 6	115
RIWAYAT HIDUP PENULIS	119

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Standar warna daging sapi	8
Gambar 2.2 Kurva pertumbuhan normal bakteri pada daging.....	9
Gambar 2.3 Sensor TGS 2602	10
Gambar 2.4 Rangkaian pengukuran dasar TGS 2602.....	11
Gambar 2.5 Karakteristik sensitivitas sensor TGS 2602	11
Gambar 2.6 Sensor MQ-136	12
Gambar 2.7 Karakteristik sensitivitas sensor MQ-136	12
Gambar 2.8 Karakteristik sensitivitas sensor MQ-137	13
Gambar 2.9 Chip ATmega328	14
Gambar 2.10 Diagram blok ATmega328.....	14
Gambar 2.11 Pin ATmega328.....	15
Gambar 2.12 Hubungan ketetanggaan antar piksel	18
Gambar 2.13 Ilustrasi komunikasi serial mode asinkron	21
Gambar 2.14 <i>Neuron</i>	22
Gambar 2.15 <i>Neural Network</i> sederhana	22
Gambar 2.16 Sensor BH-1750	25
Gambar 2.17 Sinyal PWM dengan duty cycle 50%	26
Gambar 2.18 Rangkaian pembangkit sinyal PWM pada motor.....	27
Gambar 3.1 Tata letak <i>hardware</i> sistem klasifikasi tingkat kebusukan daging....	30
Gambar 3.2 Diagram blok sistem klasifikasi tingkat kebusukan daging	31
Gambar 3.3 Rangkaian pembagi tegangan sensor TGS 2602.....	32
Gambar 3.4 Rangkaian pembagi tegangan sensor MQ-136.....	32
Gambar 3.5 Diagram blok software deret sensor gas	33
Gambar 3.6 Rangkaian sistem mikrokontroler ATmega328	34
Gambar 3.7 Rangkaian regulator menggunakan LD1117.....	35
Gambar 3.8 Rangkaian CH340g	35
Gambar 3.9 Webcam A4Tech PK-710G	36
Gambar 3.10 Diagram blok pengolahan citra metode GLCM.....	37
Gambar 3.11 Arsitektur Neural Network klasifikasi tingkat kebusukan daging ..	38
Gambar 3.12 Skematik rangkaian Light Intensity Sensor	39
Gambar 3.13 Diagram blok kontrol intensitas lampu	39
Gambar 3.14 Rangkaian kontrol intensitas lampu	40
Gambar 4.1 Peralatan hasil perancangan	41
Gambar 4.2 Foto pengujian keseluruhan	41
Gambar 4.3 Modul deret sensor gas.....	42
Gambar 4.4 Grafik respon sensor gas dalam udara bersih.....	42
Gambar 4.5 Grafik respon sensor gas terhadap kebusukan daging	44
Gambar 4.6 Pola deret sensor gas pada proses pembusukan daging	45
Gambar 4.7 Fisik rangkaian mikrokontroler ATmega328.....	46
Gambar 4.8 Pengujian konversi analog ke digital dan komunikasi serial	46
Gambar 4.9 Format dari data serial.....	47

Gambar 4.10 Tata letak kamera.....	48
Gambar 4.11 Daging hasil cropping ukuran 300x300 pixels	49
Gambar 4.12 Hasil ekstraksi fitur ASM	49
Gambar 4.13 Hasil ekstraksi fitur IDM	49
Gambar 4.14 Hasil ekstraksi fitur Kontras	50
Gambar 4.15 Hasil ekstraksi fitur Entropi.....	50
Gambar 4.16 Hasil ekstraksi fitur Korelasi	50
Gambar 4.17 Hasil regresi linier berbagai fitur GLCM	51
Gambar 4.18 Tata letak sensor BH-1750	52
Gambar 4.19 Proses pengujian PWM pada kontrol intensitas lampu	53
Gambar 4.20 PWM dengan dutycycle 53%	53
Gambar 4.21 PWM dengan dutycycle 31%	54
Gambar 4.22 PWM dengan dutycycle 69%	54
Gambar 4.23 Grafik error dari proses training Neural Network	56
Gambar 4.24 Hasil testing offline daging segar	60
Gambar 4.25 Hasil testing offline daging busuk	60
Gambar 4.26 Hasil testing offline daging sangat busuk.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat mutu mikrobiologis daging sapi	7
Tabel 2.2 Tingkatan mutu daging sapi	7
Tabel 2.3 Kondisi kerja rangkaian standar TGS 2602	11
Tabel 3.1 Penggunaan sensor	32
Tabel 3.2 Fitur pengolahan citra GLCM dan fungsinya	37
Tabel 4.1 Definisi tingkat kesegaran daging yang diuji	43
Tabel 4.2 Pengujian sensor gas pada daging segar	43
Tabel 4.3 Pengujian sensor gas pada daging busuk	43
Tabel 4.4 Pengujian sensor gas pada daging sangat busuk	44
Tabel 4.5 Perbandingan pembacaan ADC dan komunikasi serial	47
Tabel 4.6 Data koefisien determinasi berbagai fitur dan intensitas	52
Tabel 4.7 Data hasil normalisasi untuk daging segar	55
Tabel 4.8 Data hasil normalisasi untuk daging busuk	55
Tabel 4.9 Data hasil normalisasi untuk daging sangat busuk	55
Tabel 4.10 Hasil pengujian data training secara offline	57
Tabel 4.11 Hasil verifikasi 3 input secara offline	58
Tabel 4.12 Hasil verifikasi 4 input secara offline	58
Tabel 4.13 Hasil verifikasi secara offline	58
Tabel 4.14 Hasil pengujian data selain verifikasi	59

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daging merupakan bahan makanan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat sehingga tingkat kebusukan daging sangat penting untuk diketahui agar ketika daging dikonsumsi bermanfaat bagi tubuh dan tidak berpengaruh buruk bagi kesehatan. Tahapan pembusukan yang terjadi pada daging yaitu munculnya bau antara lain gas *hydrogen sulfide* (H_2S), *ammonia* (NH_3), dan *Volatile Organic Compounds* (VOC) ketika jumlah populasi mikroorganisme adalah ca. 10^{7-8} cells/cm², kemudian disusul munculnya lendir ketika jumlah populasi mikroorganisme adalah ca. 10^{8-9} cells/cm², dan yang terakhir adalah perubahan warna yang disebabkan karena H_2S mengoksidasi mioglobin ke bentuk metmioglobin sehingga menyebabkan warna hijau (Ray, 2005). VOC merupakan senyawa kimia organik yang tersusun dari rantai hydro carbon dengan properti tekanan uap cukup tinggi. Beberapa contoh senyawa VOC adalah acetone, benzene, ethanol, formaldehyde, isopropanol, toluene, dan xylene (Julia, 2011).

Terdapat beberapa kasus di masyarakat yang berhubungan dengan penjualan daging busuk. Antara lain, ditemukannya ratusan kilogram (Kg) daging busuk yang berada di lemari pendingin di beberapa lapak pedagang oleh Dinas Pertanian dan Peternakan beserta Polres Jombang, Jawa Timur. Kemudian dilanjutkan ke pasar daging Ploso pada sejumlah box penyimpanan daging milik pedagang. Petugas menemukan empat karung daging yang sudah tidak layak konsumsi (Hidayat, 2015). Ditemukan 10ton daging yang sudah berubah warna menjadi hijau dan mengeluarkan bau busuk. Dalam kontainer pendingin pabrik es di Jalan Kebon Sirih (Guci, 2015). Ditemukan daging busuk dan gelonggongan di temanggung, hasil monitoring di pasar parakan ditemukan daging ayam busuk, daging sapi diperkirakan daging gelonggongan, hal sama juga ditemukan di pasar kliwon temanggung, daging temuan yang tidak layak konsumsi kemudian diambil dan dikirimkan ke balai veteriner untuk diteliti lebih lanjut (Suaramerdeka, 2014). Tempat pengolahan daging busuk digerebeg, puluhan kilo

daging basi yang diolah kembali ditemukan ketika sedang dimasak kembali (Rahmad, 2008). Klasifikasi tingkat kebusukan daging diperlukan agar dapat mengetahui zat apa saja yang terkandung di dalam daging dan mempermudah badan pemerintah seperti Dinas Kelautan Pertanian dan Ketahanan Pangan (KPKP) dan Kesmavet untuk memisahkan daging yang layak dan tidak layak untuk dipasarkan agar tercipta kelayakan bahan pangan khususnya daging di masyarakat.

Kebusukan daging dapat terlihat dari munculnya gas yang disebabkan dari hasil metabolisme protein oleh bakteri *Clostridium*, *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Gas yang dihasilkan antara lain adalah H_2S , NH_3 , dan VOC (Soeparno, 2015). Selain menghasilkan gas, bakteri pada daging busuk juga mengakibatkan pembentukan lendir. Hal ini disebabkan karena bakteri *Pseudomonas* membutuhkan energi untuk tumbuh dalam proses metabolisme karbohidrat (Soeparno, 2015). H_2S yang dihasilkan akibat metabolisme bakteri mengoksidasi mioglobin ke bentuk metmioglobin sehingga menyebabkan warna hijau pada daging (Ray, 2005). Zat-zat yang terkandung di dalam daging busuk, pembentukan lendir dan perubahan warna tidak dapat diketahui dengan indra penciuman dan penglihatan saja.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan pendeteksian jenis gas telah banyak dilakukan antara lain hidung elektronik yang dipasang pada robot untuk mencari sumber gas (Harianto dkk, 2013), (Rivai dkk, 2015). Dalam penelitian hidung elektronik digunakan Neural Network untuk mengidentifikasi jenis gas (Indrapraja dkk, 2017), (Widyantara dkk, 2012). Ada pula penelitian mengenai perangkat sensor yang digunakan untuk memantau senyawa VOC yang berbahaya (Marzuarman dkk, 2017). Beberapa senyawa VOC akan dilepaskan ketika terjadi pembusukan bahan pangan (Phan dkk, 2012). Selain menggunakan sensor, beberapa penelitian mengenai klasifikasi juga dapat dilakukan menggunakan ekstraksi fitur (Radi dkk, 2015), (Pramunendar dkk, 2013). Banyak penelitian yang berhubungan dengan pendeteksian tingkat kebusukan. Salah satu topik penelitian yang dibahas adalah mendeteksi bakteri *salmonella* pada daging sapi dengan menggunakan *array detector* dan sinyal yang diperoleh diolah menggunakan *Wavelet Packet Transforms* (WPT) (Panigrahi dkk, 2008),

penelitian ini hanya mendeteksi satu jenis bakteri. Pendeteksian konsentrasi bakteri dapat dibuktikan dengan mendeteksi jumlah kandungan H_2S dan NH_3 . Identifikasi kualitas daging sapi menggunakan analisa warna yang meliputi pengolahan citra dan *K-Nearest Neighbor* agar sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Adi dkk, 2015), penelitian ini hanya menggunakan deteksi warna saja. Identifikasi kesegaran ikan dan daging menggunakan logam oksida semikonduktor dengan pola pengenalan *neural network* (Hasan dkk, 2012), menilai kesegaran daging berdasarkan *Quantum-behaved Particle Swarm Optimization* (QPSO) dan *Support Vector Machine* (SVM) (Guan dkk, 2013), pendeteksi kesegaran ayam menggunakan sensor array (Chen dkk, 2014), identifikasi bakteri *leunostoc spp.* secara kimiawi (Frausto dkk, 2015), identifikasi gas pada kemasan daging dan menciptakan antimikroba untuk mengatasinya (Adhikari, 2015), identifikasi karakteristik bakteri asam laktat pada daging irisan kemasan (Kalschne dkk, 2015).

Dalam bidang kimia untuk mendeteksi kebusukan pada daging dilakukan tes di laboratorium agar dapat diketahui zat apa saja yang terkandung di dalam daging tersebut serta berapa banyak bakteri yang terkandung di dalamnya. Untuk melakukan tes lab membutuhkan waktu yang lama dan hanya dapat dilakukan menggunakan beberapa peralatan laboratorium, sehingga dibutuhkan alat yang obyektif dan dapat digunakan dimanapun serta tidak memerlukan keahlian khusus untuk menggunakannya. Pada penelitian ini dibuat alat pengklasifikasi kebusukan daging dengan menggunakan sensor gas dan pengolahan citra. Untuk pengklasifikasian kebusukan daging menggunakan sensor gas, sensor yang digunakan yaitu MQ-137, MQ-136, dan TGS 2602. Sedangkan untuk pengolahan citra pada klasifikasi kebusukan daging menggunakan metode *Grey Level Coocurrence Matrix* (GLCM). MQ-137 adalah jenis sensor gas yang khusus digunakan untuk mendeteksi gas NH_3 dari daging busuk. MQ-136 digunakan untuk mendeteksi gas H_2S yang dihasilkan pada daging yang sudah membusuk. TGS 2602 berfungsi untuk mendeteksi VOC yang dihasilkan oleh daging yang membusuk. Pengolahan citra menggunakan metoda GLCM untuk mengidentifikasi ciri dari tekstur daging. Pada GLCM tahap awal yang dilakukan adalah mengkonversikan gambar daging ke RGB kemudian dikonversikan ke

Grayscale lalu diekstraksi fiturnya. Pada penelitian ini juga dilakukan uji laboratorium mengenai kandungan bakteri *Pseudomonas* dan *Escherichia coli* sebagai bakteri pembusuk pada daging sapi (Juneni, 2015) (Soeparno, 2015). Pengujian kandungan bakteri ini akan dibandingkan dengan standar mutu mikrobiologis daging sapi berdasarkan SNI.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah secara global pada penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan kebusukan daging dengan menggunakan sensor gas dan pengolahan citra. Secara terperinci permasalahan dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengukur tingkat bau kebusukan daging berdasarkan gas yang dihasilkan.
2. Bagaimana mengukur tingkat kebusukan daging berdasarkan warna citra pada permukaan daging.
3. Bagaimana mengklasifikasi tingkat kebusukan daging.

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan kebusukan daging. Tujuan yang lebih spesifik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengaplikasikan sensor gas semikonduktor untuk mendeteksi kandungan VOC pada daging busuk.
2. Mengekstraksi ciri dari citra GLCM sebagai parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kebusukan.
3. Penggunaan *Neural Network* untuk mengklasifikasi secara otomatis tingkat kebusukan daging.

1.4 Batasan Masalah

1. Daging yang digunakan adalah daging sapi.

2. Klasifikasi daging berdasarkan dari lamanya waktu mulai dikeluarkan dari freezer dan dengan hasil penciuman manusia.

1.5 Kontribusi

Penelitian ini menghasilkan kontribusi yaitu, implementasi sensor gas yang memiliki keakuratan tinggi dan pengolahan citra yang dapat mengklasifikasikan kebusukan daging dan secara umum terciptanya sebuah alat pendeteksi tingkat kebusukan yang dapat digunakan dimanapun dan tanpa memerlukan keahlian khusus.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai kajian pustaka dan dasar teori yang akan digunakan pada penelitian ini. Berikut adalah teori yang mendukung pada penelitian klasifikasi tingkat kebusukan daging menggunakan sensor gas dan pengolahan citra.

2.1 Kualitas Daging










Dalam pengklasifikasian kebusukan daging hal yang perlu diketahui sebelumnya adalah maksimum kandungan bakteri dalam daging serta tingkatan kualitas dari daging. Berdasarkan (SNI 3932:2008), daging sapi merupakan bagian otot skeletal dari karkas sapi yang aman, layak dan lazim dikonsumsi oleh manusia, dapat berupa daging segar, daging segar dingin, atau daging beku, sedangkan karkas sapi adalah bagian dari tubuh sapi sehat yang telah disembelih

Tabel 2.1 Syarat mutu mikrobiologis daging sapi (SNI 3932:2008)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	Total <i>Plate Count</i>	cfu/g	maksimum 1×10^6
2	<i>Coliform</i>	cfu/g	maksimum 1×10^2
3	<i>Staphylococcus aureus</i>	cfu/g	maksimum 1×10^2
4	<i>Salmonella sp</i>	per 25 g	<i>Negative</i>
5	<i>Escherichia coli</i>	cfu/g	maksimum 1×10^1

Tabel 2.2 Tingkatan mutu daging sapi (SNI 3932:2008)

No	Jenis uji	Persyaratan mutu		
		I	II	III
1	Warna daging	Merah terang Skor 1-5	Merah kegelapan Skor 6-7	Merah gelap Skor 8-9
2	Tekstur	Halus	Sedang	Kasar

		
1	2	3
		
4	5	6
		
7	8	9

Gambar 2.1 Standar warna daging sapi (SNI 3932:2008)

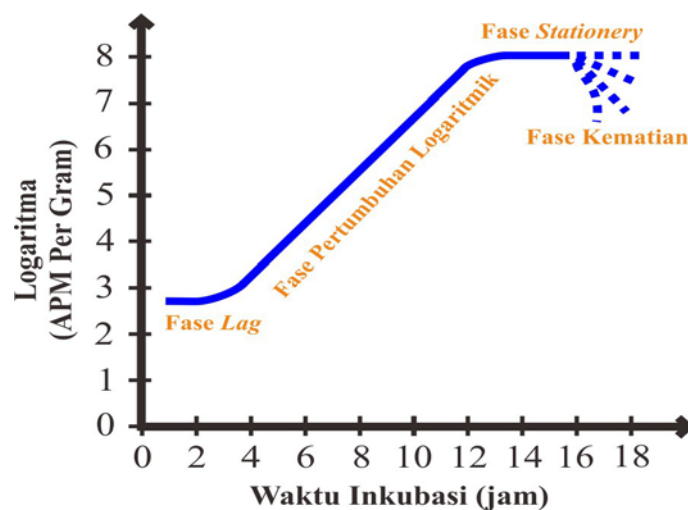
secara halal sesuai dengan CAC/GL 24-1997, telah dikuliti, dikeluarkan jeroan, dipisahkan kepala dan kaki mulai dari tarus/ karpus ke bawah, organ reproduksi dan ambing, ekor serta lemak yang berlebih. Syarat mutu mikrobiologis yang terkandung dalam daging sapi dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan tingkat mutu berdasarkan warna dan tekstur pada daging sapi dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.1.

Berdasarkan syarat mutu mikrobiologis serta perubahan warna pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 diketahui bahwa adanya mikroba dalam daging dapat menyebabkan kebusukan daging sehingga menjadi tidak layak untuk dikonsumsi. Mikroba yang dapat menyebabkan kebusukan daging diantaranya adalah *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, dan *Proteus*. Salah satu mikroba yang paling mudah tumbuh pada daging adalah *Escherichia coli*. Hal ini dikarenakan *Escherichia coli* dapat tumbuh pada kondisi aerob maupun anaerob (Juneni, 2015). Kebusukan daging dapat terlihat dari munculnya gas yang disebabkan dari hasil metabolisme protein oleh bakteri *Clostridium*, *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Gas yang dihasilkan antara lain adalah H_2S , NH_3 , dan VOC. Selain menghasilkan gas, bakteri pada daging busuk juga mengakibatkan pembentukan lendir. Hal ini disebabkan karena bakteri *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Microbacterium*, dan *Lactobacillus* membutuhkan energi untuk tumbuh dalam proses metabolisme karbohidrat

(Soeparno, 2015). H_2S yang dihasilkan akibat metabolisme bakteri mengoksidasi mioglobin ke bentuk metmioglobin sehingga menyebabkan warna hijau pada daging (Ray, 2005).

Pertumbuhan bakteri pada daging memiliki 4 fase, fase yang pertama yaitu tidak adanya pertumbuhan bakteri, fase yang kedua yaitu pertumbuhan bakteri yang meningkat secara konstan, fase yang ketiga yaitu beberapa sel bakteri bisa konstan atau tidak mengalami pertumbuhan, dan fase yang keempat yaitu fase penurunan pertumbuhan. Pada Gambar 2.2. Terlihat bahwa pada fase pertama terjadi selama waktu inkubasi 0 hingga 3 jam, fase kedua terjadi selama waktu inkubasi 4 jam hingga 13 jam, fase ketiga terjadi selama waktu inkubasi 14 jam hingga 16 jam, dan fase terakhir terjadi ketika inkubasi melebihi 16 jam (Soeparno, 2015).

Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) merupakan badan yang berperan penting di Indonesia untuk menciptakan kelayakan pangan di masyarakat. Sehingga selain menggunakan SNI, di Indonesia adapula aturan yang dikeluarkan dari BPOM yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu ciri daging segar yang baik (BPOM 5:2015). Daging segar yang baik memiliki bau khas daging segar, daging sapi berwarna merah, lemaknya keras berwarna kuning, ototnya berserat halus, datang dari pemasok dengan wadah atau kendaraan yang berpendingin.



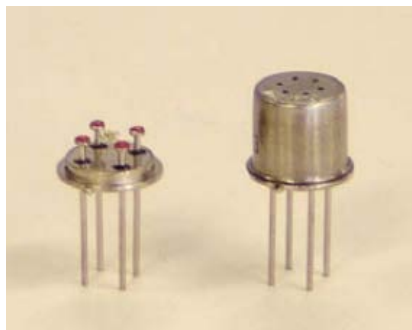
Gambar 2.2 Kurva pertumbuhan normal bakteri pada daging (Soeparno, 2015)

2.2 Sensor Gas

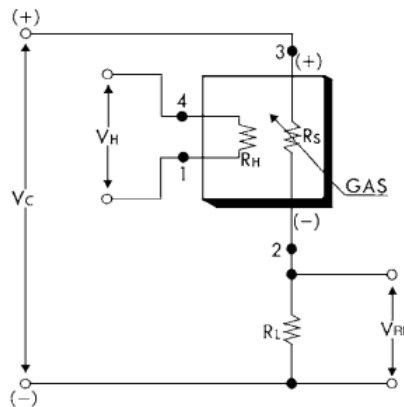
Sensor gas merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan suatu gas yang ada di udara. Alat ini penting untuk menghindarkan tubuh agar tidak menghirup gas yang dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh. Dalam penelitian ini digunakan 3 macam jenis sensor gas yaitu TGS 2602, MQ-136, dan MQ-137.

2.2.1 Sensor Gas TGS 2602

TGS 2602 merupakan jenis sensor gas yang berfungsi untuk mendeteksi VOC yang dihasilkan oleh daging yang membusuk. Senyawa VOC yang dideteksi oleh sensor ini yaitu ethanol dan toluene. Sensor ini memerlukan tegangan heater (V_H) dan tegangan rangkaian (V_C). Kebutuhan tegangan pada sensor ini dapat dipenuhi dengan rangkaian catu daya DC karena sensor ini memiliki polaritas. Beban resistor dalam sensor ini dipilih untuk memaksimalkan nilai batas atas dan menjaga konsumsi daya (P_S) dari semikonduktor batas bawah 15mW. Daya yang dikonsumsi akan naik ketika R_S dan R_L terkena paparan gas. Untuk melihat tampilan fisik, rangkaian pengukuran dasar, dan kondisi kerja rangkaian standart dari sensor TGS 2602 dapat dilihat pada Gambar 2.3, Gambar 2.4, dan Tabel 2.3. Untuk melihat karakteristik sensitivitas dapat dilihat pada Gambar 2.5. Pada karakteristik sensitivitas, sumbu y merupakan rasio resistansi sensor (R_S / R_O), dimana R_S adalah resistansi sensor gas dalam berbagai konsentrasi dan R_O adalah resistansi sensor di udara bersih.



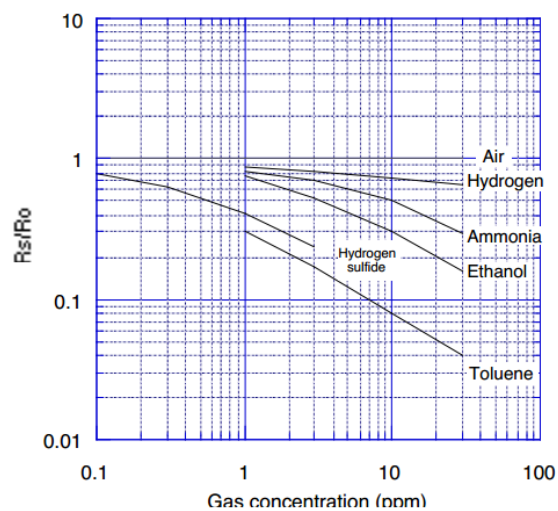
Gambar 2.3 Sensor TGS 2602



Gambar 2.4 Rangkaian pengukuran dasar TGS 2602

Tabel 2.3 Kondisi kerja rangkaian standar TGS 2602

Item	Simbol	Nilai tertinggi	Keterangan
Tegangan heater	V_H	$5.0 \pm 0.2V$	AC atau DC
Tegangan rangkaian	V_C	$5.0 \pm 0.2V$	Hanya DC $P_s \leq 15mW$
Resistansi beban	R_L	Variable	$0.45k\Omega$ min.



Gambar 2.5 Karakteristik sensitivitas sensor TGS 2602

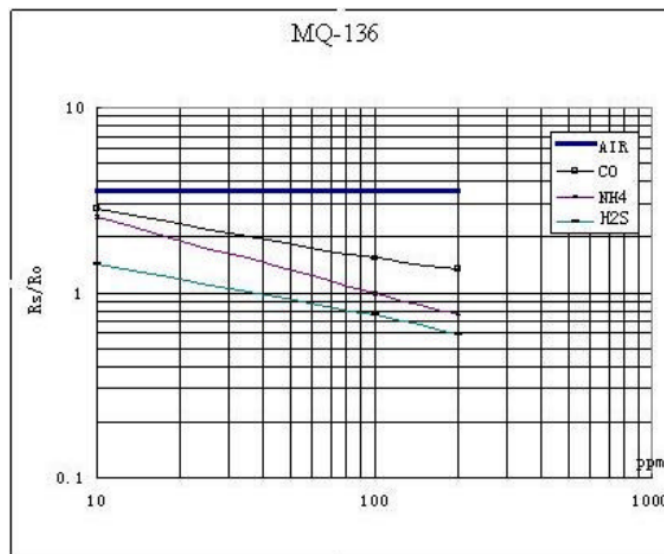
2.2.2 Sensor Gas MQ-136

Sensor gas MQ-136 memerlukan penyesuaian sensitivitas dengan kalibrasi sebesar 10ppm H_2S . Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas H_2S

sebesar 1 hingga 100ppm. Penggunaan beban (R_L) sekitar $20K\Omega$ ($10K\Omega$ untuk $47K\Omega$). Untuk mengetahui prinsip rangkaian pengukuran dasar dapat dilihat pada Gambar 2.4. Untuk mengetahui tampilan fisik sensor dapat dilihat pada Gambar 2.6, sedangkan kondisi kerja standart dari sensor MQ-136 dapat dilihat pada dan Tabel 2.3, hanya saja tegangan rangkaian ± 1 volt, resistansi heater (R_H) $31\Omega \pm 5\%$ dalam temperatur ruangan, dan konsumsi daya heater (P_H) Kurang dari 800 mW. Untuk melihat karakteristik sensitivitas sensor MQ-136 dapat dilihat pada Gambar 2.7. Pada karakteristik sensitivitas, temperatur berada pada 20°C , kelembapan 65%,



Gambar 2.6 Sensor MQ-136

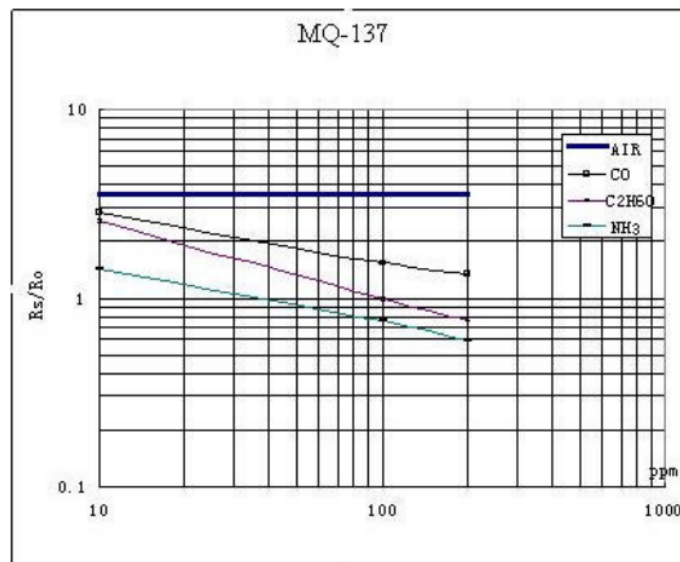


Gambar 2.7 Karakteristik sensitivitas sensor MQ-136

konsentrasi O_2 adalah 21%, dan R_L yang digunakan adalah 20 K Ω . Pada gambar, sumbu y merupakan rasio resistansi sensor (R_S / R_O), dimana R_S adalah resistansi sensor gas dalam berbagai konsentrasi dan R_O adalah resistansi sensor pada 10ppm H_2S .

2.2.3 Sensor gas MQ-137

MQ-137 memerlukan penyesuaian sensitivitas dengan kalibrasi sebesar 10ppm NH_3 . Penggunaan beban (R_L) sekitar 47K Ω (10K Ω sampai 100K Ω). Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas NH_3 sebesar 5 hingga 200ppm. Untuk mengetahui prinsip rangkaian pengukuran dasar dapat dilihat pada Gambar 2.4. Untuk mengetahui tampilan sensor MQ-137 dapat dilihat pada Gambar 2.6, sedangkan kondisi kerja standart dari sensor MQ-136 dapat dilihat pada Tabel 2.3, hanya saja tegangan rangkaian ± 1 volt, resistansi heater (R_H) 31 $\Omega \pm 5\%$ dalam temperatur ruangan, dan konsumsi daya heater (P_H) Kurang dari 800 mW. Untuk mengetahui sensitifvitas dari MQ-137 dapat dilihat pada Gambar 2.8 dimana temperatur berada pada 20°C, kelembapan 65%, konsentrasi O_2 adalah 21%, R_L yang digunakan 47k Ω , R_O adalah resistansi sensor di udara bersih dan R_s adalah resistensi sensor pada berbagai konsentrasi gas.



Gambar 2.8 Karakteristik sensitivitas sensor MQ-137

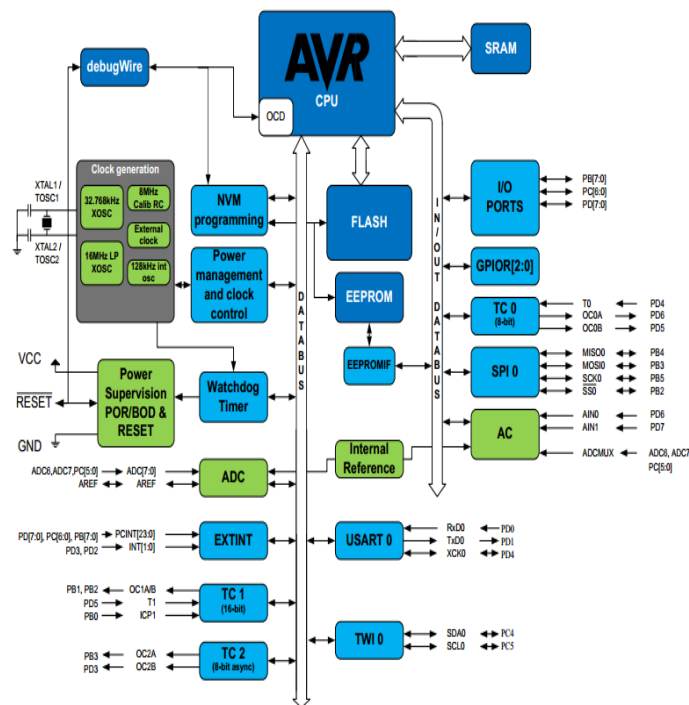
2.3 Konversi Analog ke Digital

Konversi sinyal analog ke digital merupakan proses merubah sinyal analog menjadi digital yang bergantung pada besarnya resolusi *analog to digital converter* (ADC) yang digunakan. Resolusi merupakan persentase perubahan tegangan input terhadap perubahan step pada output. Misalkan ADC 10 bit menerima sinyal input dari 0 - 5 volt, maka resolusinya adalah $5/1024$ yaitu 0,0049 volt atau 4,9 milivolt.

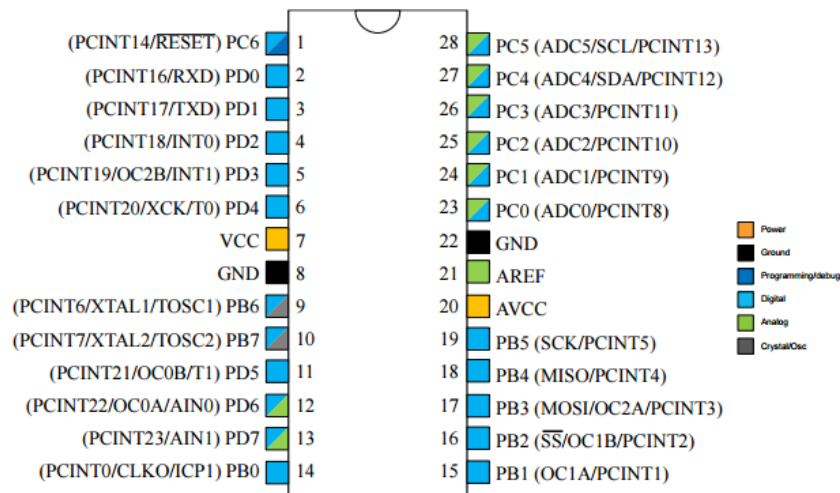
Konversi sinyal analog ke digital pada penelitian ini menggunakan sebuah *Integrated Circuit* (IC) mikrokontroler ATmega328. Mikrokontroler ATmega328 merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit. Mikrokontroler ini diproduksi menggunakan kepadatan tinggi memory non-



Gambar 2.9 Chip ATmega328



Gambar 2.10 Diagram blok ATmega328



Gambar 2.11 Pin ATmega328

volatile. On-chip *In-System Programmer* (ISP) Flash memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam *Serial Peripheral Interface* (SPI). Mikrokontroler ATmega328 memiliki fitur: 32 Kbytes dalam sistem *programmable flash* dengan kemampuan *read-while-write*, 1Kbytes *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM), 2Kbytes memori *Internal Static random-access memory* (SRAM), 23 I/O, 32 register, *Real Time Counter* (RTC), tiga fleksibel Timer / Counter dengan membandingkan mode dan *Pulse Width Modulation* (PWM), 1 A *Universal Synchronous/ Asynchronous Receiver/Transmitter* (USARTs) yang diprogram secara serial, *1 byte-oriented 2-wire Serial Interface* (I2C), 6-channel 10-bit ADC, 8 channels di *Thin Profile Quad Flat Pack* (TQFP) dan paket *quad-flat no-leads* (QFN)/ *micro leadframe* (MLF), *programmable Watchdog Timer* dengan osilator internal, port serial SPI, dan enam software *selectable power saving modes*. ATmega328 dioperasikan pada catu daya 1.8 – 5.5 V dengan clock speed 0 – 20 MHz. Tampilan chip, diagram blok, dan pin ATmega328 terlihat seperti Gambar 2.9, Gambar 2.10, dan Gambar 2.11. Pin dari ATmega328 dapat didiskripsikan sebagai berikut (Atmel, 2016):

1. **VCC:** Sumber tegangan digital.
2. **GND:** Ground

3. **PORT B 0 hingga 7:** adalah 8 bit *bi-directional I/O port* dengan Internal resistor *pull-up*. Buffer output port C ini memiliki karakteristik *symmetrical drive* dengan kapabilitas *source* dan *high sink*. Sebagai input, pin port C merupakan eksternal *pull-low* seperti sumber arus apabila resistor *pull-up* aktif. Pin port C akan *tristate* ketika kondisi reset menjadi aktif meskipun clocknya tidak berjalan. Bergantung pada pengaturan fuse, PB6 dapat digunakan sebagai *inverting oscillator amplifier* dan input ke rangkaian internal clock. Bergantung pada pengaturan fuse, PB7 dapat digunakan sebagai *inverting oscillator amplifier*. Jika internal RC Oscillator dikalibrasi dapat digunakan sebagai sumber chip clock, PB6 dan PB7 digunakan sebagai *Timer Oscillator pin1 (TOSC1)/ Chip Clock Oscillator 1 or External Clock Input (XTAL1)* dan *TOSC2/XTAL2* sebagai masukan untuk *Asynchronous Timer/ Counter2 (AS2)* apabila bit di *Asynchronous Status Register (ASSR)* adalah set.
4. **PORT C 0 hingga 5:** adalah 7 bit *bi-directional I/O port* dengan Internal resistor *pull-up*. Buffer output port C ini memiliki karakteristik *symmetrical drive* dengan kapabilitas *source* dan *high sink*. Sebagai input, pin port C merupakan eksternal *pull-low* seperti sumber arus apabila resistor *pull-up* aktif. Pin port C akan *tristate* ketika kondisi reset menjadi aktif meskipun clocknya tidak berjalan.
5. **PORT D 0 hingga 7:** adalah 8 bit *bi-directional I/O port* dengan Internal resistor *pull-up*. Pada port ini juga bisa digunakan untuk interrupt dan sebagai pengiriman serial dengan port *receiver (RX)* dan *transmitter (TX)* nya. Buffer output port D ini memiliki karakteristik *symmetrical drive* dengan kapabilitas *source* dan *high sink*. Sebagai input, pin port D merupakan eksternal *pull-low* seperti sumber arus apabila resistor *pull-up* aktif. Pin port D akan *tristate* ketika kondisi reset menjadi aktif meskipun clocknya tidak berjalan.
6. **PC6/ RESET:** Sebuah *low level* pada pin akan lebih lama dari panjang pulsa minimum akan menghasilkan reset meskipun clock tidak berjalan.
7. **AVCC:** Pin supply tegangan untuk *A/D converter*, PC0, PC1, PC2, PC3, PE2, dan PE3. Eksternalnya harus dihubungkan ke *VCC* meskipun *ADC*

tidak digunakan. Jika *ADC* digunakan, dihubungkan ke *VCC* melalui *low pass filter*.

8. ***AREF***: Pin referensi analog untuk *A/D converter*.

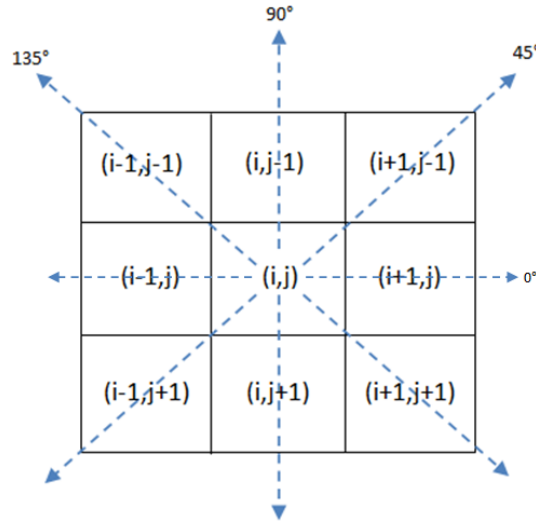
9. ***ADC 6 dan 7 (TQFP dan paket VFQFN)***: Pin ini di supply analog dan berfungsi untuk saluran *ADC* 10 bit (sebagai input analog ke *A/D converter*).

2.4 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan suatu cara untuk mentransformasikan gambar untuk menjadi gambar lain dengan menggunakan teknik tertentu. Metode pengolahan citra yang digunakan pada penelitian ini adalah GLCM.

2.4.1 *Gray Level Co-occurent Matrix (GLCM)*

Ekstraksi ciri citra berfungsi untuk mencari informasi dalam citra yang ingin dikenali. Ciri orde pertama berdasarkan pada karakteristik histogram citra yang biasanya digunakan untuk mendeteksi ciri makrostruktur dari citra, sedangkan orde kedua berdasarkan pada probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua pixel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Orde kedua umumnya digunakan untuk membedakan ciri mikrostruktur dari citra. Pada beberapa kasus, ciri orde pertama tidak lagi dapat digunakan untuk mengenali ciri dari citra, pada kasus seperti ini dibutuhkan pengambilan ciri statistik orde dua. Untuk mendapatkan ciri tekstur dari suatu citra digunakan GLCM yang merupakan pengambilan ciri statistic orde dua. Pada penelitian ini GLCM digunakan untuk mendeteksi tekstur dari gambar daging segar hingga busuk, karena pada daging busuk terjadi perubahan tekstur yaitu menjadi berlendir yang disebabkan karena bakteri pembusuk. GLCM terbagi menjadi tiga metode yaitu metode statistik, metode spektral, dan metode struktural. Metode statistik merupakan pengukuran tingkat kontras, kekasaran, serta granularitas suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar pixel dalam citra dengan menggunakan histogram. Metode spektral merupakan pendeteksi periodisitas tekstur dengan menggunakan fungsi autokorelasi suatu daerah pada domain transformasi fourier. Metode struktural merupakan pendeteksi pola manostuktur berdasarkan deskripsi aturan sintaktik



Gambar 2.12 Hubungan ketetanggaan antar piksel (Putra, 2013)

dan primitif tekstur. GLCM menggunakan orde kedua untuk mendapatkan ciri dari suatu tekstur dengan menggunakan parameter kontras, korelasi, homogenitas, entropi, dan energi.

GLCM merupakan matrix dengan elemen distribusi probabilitas bersama ($P(x_1, x_2)$) dari pasangan beberapa titik tingkat keabuan x_1 yang berkoordinat (j,k) dan x_2 yang berkoordinat (m,n) . Koordinat pasangan dari titik antar pixel berjarak r dengan sudut θ . GLCM berukuran $L \times L$ (L merupakan tingkat keabuan). Histogram dari elemen $P(x_1, x_2)$ ditulis dengan persamaan (Putra, 2013):

$$P_{(x_1, x_2)} = \frac{\text{jumlah pasangan titik dengan tingkat keabuan } x_1 \text{ dan } x_2}{\text{jumlah titik pada daerah suatu citra}} \quad (2.1)$$

Hubungan pasangan titik dengan sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° pada jarak r memiliki ketentuan sebagai berikut (Putra, 2013):

$$P_{0^\circ, r(x_1, x_2)} = \left\{ \left(\begin{array}{l} ((j, k), (m, n)) \in R : \\ j - m = 0, |k - n| = r, \\ f_{j,k} = x_1, f_{m,n} = x_2 \end{array} \right) \right\} \quad (2.2)$$

$$P_{45^\circ, r(x_1, x_2)} = \left\{ \left(\begin{array}{l} ((j, k), (m, n)) \in R : \\ (j - m = r, |k - n| = -r), \\ \text{or } (j - m = -r, |k - n| = r), \\ f_{j,k} = x_1, f_{m,n} = x_2 \end{array} \right) \right\} \quad (2.3)$$

$$P_{90^\circ, r(x_1, x_2)} = \left| \left\{ \begin{array}{l} ((j, k), (m, n)) \in R : \\ |j - m| = r, k - n = 0, \\ f_{j, k} = x_1, f_{m, n} = x_2 \end{array} \right\} \right| \quad (2.4)$$

$$P_{135^\circ, r(x_1, x_2)} = \left| \left\{ \begin{array}{l} ((j, k), (m, n)) \in R : \\ (j - m = r, k - n = r), \\ \text{or } (j - m = -r, k - n = -r), \\ f_{j, k} = x_1, f_{m, n} = x_2 \end{array} \right\} \right| \quad (2.5)$$

Dapat dikatakan GLCM merupakan munculnya probabilitas munculnya *gray level* i dan j yang terpisah oleh jarak dan sudut. GLCM mengekstraksi beberapa jenis ciri tekstur antara lain (Putra, 2013):

1. Momen Angular Kedua

ASM digunakan untuk mendeteksi ukuran kemiripan dari gambar daging. ASM merupakan ukuran konsentrasi pasangan pada matriks, dimana (i, j) menyatakan nilai pada baris i dan kolom j pada matriks kookurensi. Energi merupakan akar kuadrat dari ASM yang merupakan intensitas keabuan dari suatu matriks. Ketika nilai pixel mirip maka energi akan bernilai tinggi, sebaliknya jika nilai pixel tidak mirip maka energi akan bernilai kecil, ini menandakan nilai GLCM normalisasi adalah heterogen. Distribusi pixel dalam keadaan konstan dan bentuknya periodik (tidak acak) karena nilai maksimum energi adalah 1. Persamaan untuk ASM dan enegri dituliskan sebagai berikut:

$$ASM = \sum_i \sum_j P_d^2(i, j) \quad (2.6)$$

$$Energi = \sqrt{ASM} \quad (2.7)$$

2. Momentum Selisih Terbalik

Momentum selisih terbalik digunakan untuk menunjukkan kemiripan dari gambar daging pada derajat yang sama. Momentum selisih terbalik merupakan homogenitas yang menunjukkan kehomogenan citra berderajat keabuan sejenis. Nilai homogenitas sangat sensitif terhadap nilai disekitar diagonal utama. Momentum selisih terbalik akan bernilai tinggi apabila semua pixel mempunyai nilai yang sama/seragam, ini merupakan kebalikan dari kontras yaitu akan bernilai besar jika mempunyai nilai pixel yang sama pada saat energi

bernilai tetap. Persamaan untuk momentum selisih banyak dituliskan sebagai berikut:

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} P_d(i, j) \quad (2.8)$$

3. Kontras

Kontras digunakan untuk mengetahui seberapa bervariasi atau berbeda suatu gambar daging dengan gambar daging yang lain berdasarkan derajat keabuan. Kontras berfungsi untuk menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra. Apabila posisi jauh dari diagonal utama maka kontras akan bernilai besar. Kontras merupakan variasi ukuran antar derajat keabuan suatu daerah citra. Kontras berkaitan dengan jumlah intensitas keabuan dalam citra. Persamaan untuk kontras dituliskan sebagai berikut:

$$Kontras = \sum_i \sum_j (i - j)^2 P_d(i, j) \quad (2.9)$$

4. Entropi

Entropi berfungsi untuk menunjukkan ketidakaturan ukuran bentuk, jika nilai Entropinya besar maka transisi derajat keabuan merata, akan tetapi entropi akan bernilai kecil jika struktur citra tidak beraturan (bervariasi). Persamaan untuk entropi dituliskan sebagai berikut:

$$Entropi = - \sum_i \sum_j P_d(i, j) \log(P_d(i, j)) \quad (2.10)$$

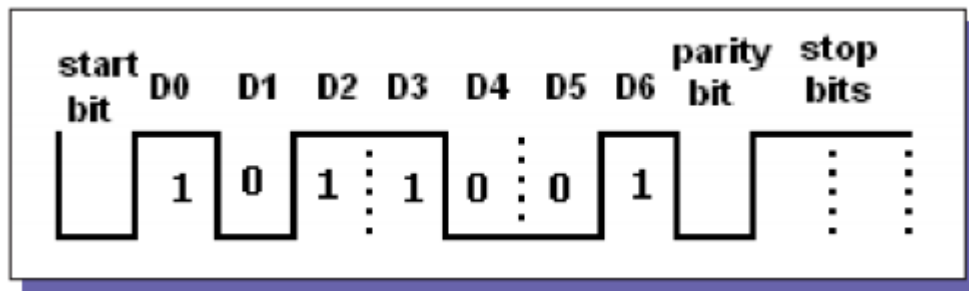
5. Korelasi

Korelasi berfungsi untuk mengukur ketergantungan linear (*the joint probability*) derajat keabuan citra dari sejumlah pasangan pixel (*pairs*) agar dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra. Persamaan untuk korelasi dituliskan sebagai berikut:

$$Korelasi = \sum_i \sum_j \frac{ijP_d(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.11)$$

2.5 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi pengiriman dan penerimaan yang dilakukan per bit. Komunikasi serial ini dapat beroperasi dengan menggunakan

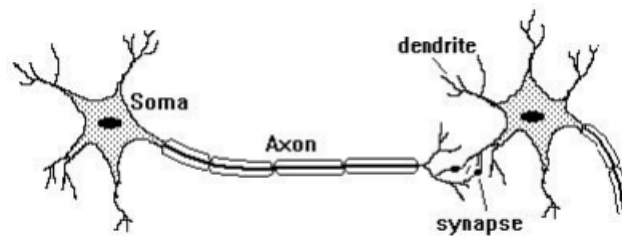


Gambar 2.13 Ilustrasi komunikasi serial mode asinkron (Jindal, 2006)

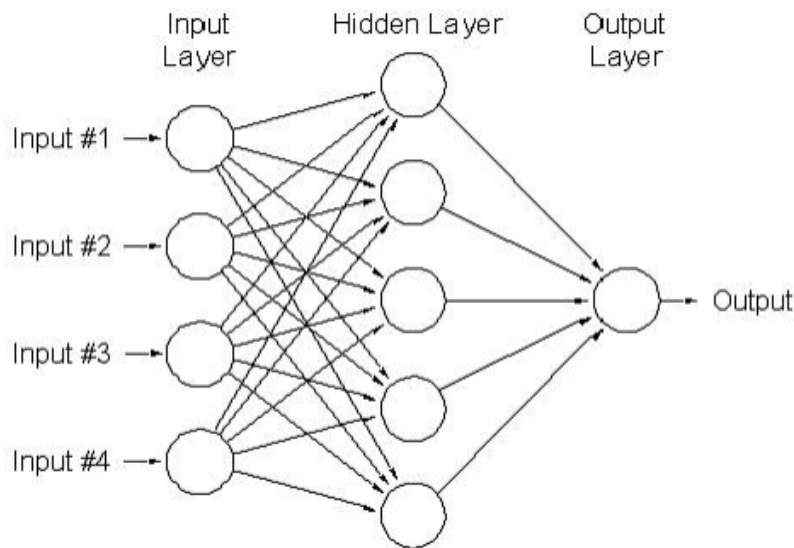
minimal satu kabel. Dalam pengiriman data serial membutuhkan sinkronisasi antara penerima dan pengirim data agar data bisa dikirim dan diterima secara benar. Terdapat dua mode dalam komunikasi serial yaitu mode sinkron dan asinkron. Pada mode sinkron data dikirim berkelompok dengan sinyal clock sehingga memiliki kecepatan tetap akan tetapi tanpa bit awal dan bit akhir, sedangkan pada mode asinkron data dikirim tanpa sinyal clock dan menggunakan bit awal dan bit akhir pada masing-masing karakter. Untuk penggambaran proses komunikasi serial mode asinkron dapat dilihat pada Gambar 2.13. Parameter yang digunakan untuk komunikasi serial yaitu kecepatan pengiriman satu karakter per detik (*baud rate*), jumlah bit per karakter (data length), parity yang digunakan untuk menjaga integritas data, dan jumlah stop bit dan start bit.

2.6 Neural Network

Neural Network atau jaringan syaraf tiruan merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang meniru jaringan syaraf manusia. Pada jaringan syaraf manusia pemrosesan terjadi sel syaraf (*neuron*) menggunakan jaringan interkoneksi dengan sinyal listrik tubuh. *Neuron* terlihat saling berhubungan, tetapi sebenarnya tidak saling menyentuh karena dipisahkan oleh gap kecil yang bernama *Synapse*. Jika hubungan antara dua neuron kuat maka informasi akan diteruskan dari satu neuron ke neuron lain. *Neuron* berkerja secara bersamaan sehingga sistem ini sangatlah kuat. Setiap *neuron* memiliki 4 bagian yaitu *Dendrit*, *Soma*, *Axon*, dan *Synapse* seperti terlihat pada Gambar 2.14. *Dendrit* berfungsi untuk mengumpulkan informasi dari *neuron* lain, dan ketika mencapai *threshold* maka menghasilkan respon sinyal untuk neuron lain melalui *Axon* (Cilimkovic, 2010).



Gambar 2.14 *Neuron* (Cilimkovic, 2010)



Gambar 2.15 *Neural Network* sederhana (Cilimcovic, 2010)

Arsitektur *Neural Network* yang sederhana terdiri dari input, output dan satu atau lebih lapisan tersembunyi, seperti pada Gambar 2.15. Setiap node dari *input layer* terhubung ke node dari *hidden layer* dan setiap node dari *hidden layer* terhubung ke node *output layer*. Biasanya ada beberapa bobot (*weight*) terhubung dengan koneksi. *Input layer* merupakan data mentah yang dimasukkan ke dalam jaringan. Input merupakan bagian dari jaringan yang tidak akan berubah nilainya.

Setiap input di masukkan kedalam jaringan dan diturunkan ke dalam *hidden layer*. *Hidden layer* menerima data dari *input layer* dan menggunakan serta memodifikasi data tersebut dengan menggunakan beberapa nilai bobot, kemudian dikirimkan ke *output layer* yang akan dirubah pula oleh bobot dari hubungan antara *hidden layer* dan *output layer*. Output ini dibandingkan diproses oleh fungsi aktivasi.

Backpropagation merupakan salah satu jenis algoritma *neural network* yang biasanya didesain dengan menggunakan arsitektur *neural network multilayer*. Pada metode *backpropagation* (Simamora, 2017), data training merupakan pasangan dari input (p) dan target (t) terlihat pada persamaan 2.12.

$$\{p_1, t_1\}, \{p_2, t_2\}, \dots, \{p_Q, t_Q\} \quad (2.12)$$

Ketika training dilakukan perhitungan selisih dari output yang dihasilkan dengan output yang diinginkan seperti pada persamaan 2.13.

$$J = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^i (t_j - \alpha_j)^2 \quad (2.13)$$

Dimana J adalah error, t_j adalah target output pada neuron j, α_j adalah output pada neuron j, i adalah jumlah neuron i, dan j adalah jumlah neuron j.

Pada metode *backpropagation* terdapat 2 tahapan yaitu *forward propagation* dan *backpropagation*. Tahap *forward propagation* memproses data dari layer input yang diteruskan ke layer output. Pada tahapan ini dilakukan inisialisasi *weight* dan bias pada setiap neuron. Pemilihan *weight* dan bias diawal dilakukan secara random. Pada persamaan 2.14 dapat dilihat proses dari setiap neuron.

$$n_i = \sum_{j=1}^k w_{ij} p_j + b_i \quad (2.14)$$

Dimana n_i adalah neuron i, k adalah jumlah maksimum neuron j, w_{ij} adalah berat dari neuron i sampai j, P_j adalah data masukan setelah dinormalisasi pada neuron j, dan b_i bias pada neuron i.

Nilai yang dihasilkan dari setiap neuron dimasukkan ke transfer function untuk menghasilkan output dari neuron, dapat dilihat pada persamaan 2.15.

$$\alpha = \frac{1}{1 + e^{-n_i}} \quad (2.15)$$

Dimana α adalah output neuron.

Tahapan selanjutnya adalah tahapan backpropagation, dalam tahapan ini yang dilakukan adalah menghitung *local gradient*, nilai *local gradient* diperoleh dari penghitungan *log-sigmoid transfer function* yang dihitung pada persamaan 2.16 kemudian dilanjutkan ke persamaan 2.20

$$\dot{f}(n) = f(n)[1 - f(n)] \quad (2.16)$$

Dimana $\dot{f}(n)$ adalah fungsi transfer derivatif log sigmoid dan $f(n)$ adalah fungsi transfer log sigmoid.

$$\delta_j = \delta_{inj} * \dot{f}(n) \quad (2.17)$$

Dimana δ_j adalah gradien pada neuron j dan δ_{inj} adalah gradien pada neuron ij. Proses yang terakhir adalah *update weight* dan bias dilihat seperti persamaan 2.18 dan 2.19.

$$w(n+1) = w(n) + \varphi * \delta(n) * y \quad (2.18)$$

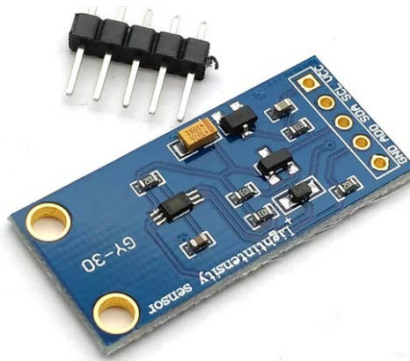
Dimana $w(n+1)$ adalah update weight, $w(n)$ adalah bobot awal, y adalah output setiap node layer, adalah nilai momentum dan $\delta(n)$ adalah gradient neuron.

$$b(n+1) = b(n) + \varphi * \delta(n) * 1 \quad (2.19)$$

Dimana $b(n+1)$ adalah update bias dan $b(n)$ adalah bias awal.

2.7 *Light Intensity Sensor*

Light intensity sensor merupakan komponen yang dapat memberikan perubahan besaran elektrik ketika terjadi perubahan intensitas cahaya oleh sensor tersebut. *Light intensity sensor* berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya pada suatu tempat. BH-1750FVI *illumination module* merupakan salah satu sensor pengukur intensitas cahaya. Sensor ini memerlukan sumber tegangan sebesar 3 hingga 5 volt, dapat mendeteksi pancaran cahaya 0 hingga 65535 lux, tidak membedakan cahaya yang ada, memiliki kepresisian tinggi di berbagai kecerahan, memiliki keluaran digital, tidak memerlukan kalibrasi dan perhitungan yang



Gambar 2.16 Sensor BH-1750 (Anonim, 2011)

kompleks, menggunakan protokol komunikasi I²C dan bisa berkomunikasi secara langsung dengan perangkat mikrokontroler (Anonim, 2011). Bentuk fisik dari sensor ini dapat dilihat pada Gambar 2.16.

2.8 Kontrol Intensitas lampu

Untuk mengatur intensitas lampu LED pada penelitian ini menggunakan kontrol *pulse width modulation* (PWM) dengan IC NE 555. PWM adalah salah satu teknik modulasi yang mengubah *duty cycle* dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi high kemudian berada di zona transisi ke kondisi low. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. *Duty cycle* merupakan representasi dari kondisi logika high dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%, seperti pada Gambar 2.17.

Untuk menghitung frekuensi, amplitudo total, duty cycle, dan tegangan keluaran dapat dilakukan dengan persamaan 2.20 hingga 2.23.

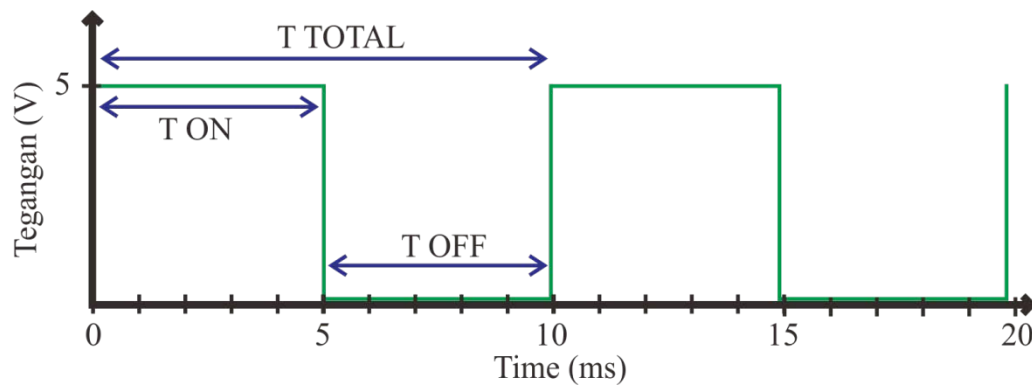
$$F = 1/T \quad (2.20)$$

$$T_{\text{total}} = T_{\text{on}} + T_{\text{off}} \quad (2.21)$$

$$D = T_{\text{on}}/T_{\text{total}} * 100\% \quad (2.22)$$

$$V_{\text{out}} = D * V_{\text{in}} \quad (2.23)$$

Dimana F merupakan frekuensi, T_{total} merupakan amplitudo total, T_{on} merupakan amplitudo ketika kondisi high, T_{off} merupakan amplitudo ketika kondisi low, D



Gambar 2.17 Sinyal PWM dengan duty cycle 50% (Raza dkk, 2016)

merupakan *duty cycle*, V_{out} merupakan tegangan keluaran, dan V_{in} merupakan tegangan masukan.

Dalam pengaplikasian rangkaian pembangkit sinyal PWM menggunakan IC Timer 555 memiliki 3 mode operasi dasar, yaitu:

1. Monostable Multivibrator

Keluaran dari rangkaian monostable berupa satu pulsa high saja, yaitu ketika input sinyal yang diumpankan pada pin trigger berubah dari kondisi high ke low. Rangkaian ini juga disebut dengan rangkaian one-shoot.

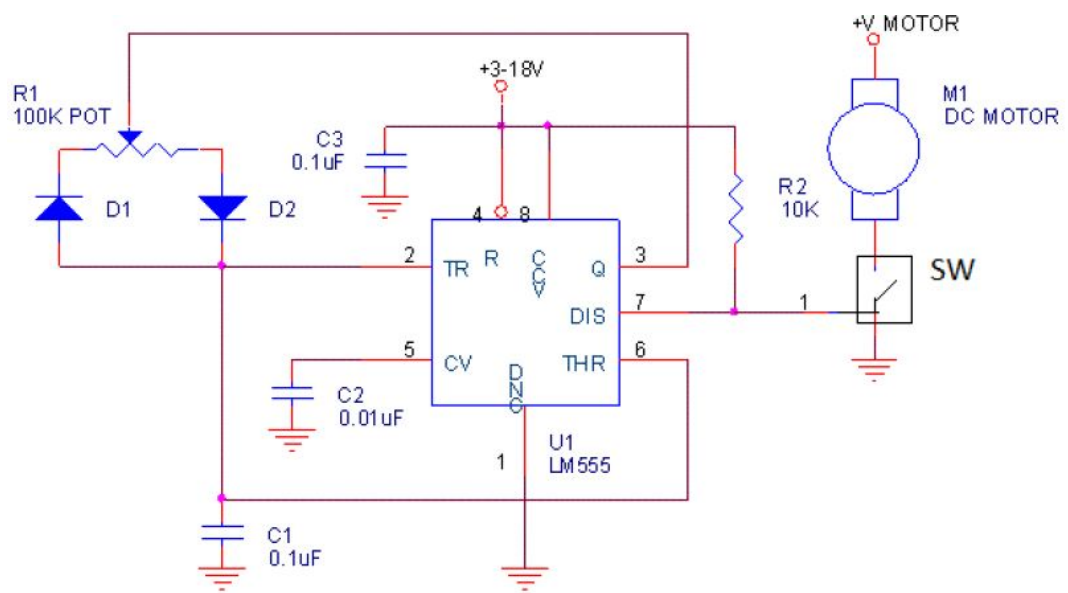
2. Astable Multivibrator

Keluaran dari rangkaian astable berupa gelombang kotak yang berisolasi pada frekuensi dan periode tertentu, tergantung dari komponen RC yang digunakan.

3. Bistable Multivibrator

Keluaran dari rangkaian bistable memiliki 2 kondisi output yang dipengaruhi oleh input pada pin trigger dan reset, dengan kata lain rangkaian ini merupakan rangkaian astable yang dioperasikan secara manual tanpa menggunakan komponen RC sebagai pengatur waktu.

Untuk menghasilkan kontrol sinyal pwm dilakukan modifikasi mode operasi astable multivibrator seperti pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Rangkaian pembangkit sinyal PWM pada motor (Javed, 2015)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Proses penelitian ini memiliki 10 tahapan. Tahapan yang pertama adalah studi literatur mengenai kebusukan daging, tahap kedua perancangan sistem klasifikasi tingkat kebusukan daging, tahap ketiga merancang sensor gas semikonduktor MQ-137, MQ-136, TGS 2602, tahap keempat merancang konversi sinyal analog ke digital, tahap kelima pemilihan kamera, tahap keenam perancangan pengolahan citra, tahap ketujuh perancangan ekstraksi fitur menggunakan metoda GLCM untuk menentukan ciri khusus dari daging busuk, tahap kedelapan perancangan *neural network* yang berfungsi sebagai pengklasifikasi tingkat kebusukan daging, tahap kesembilan perancangan kontrol intensitas lampu, dan tahap kesepuluh yaitu perancangan light intensity sensor.

3.1 Studi Literatur tentang kebusukan daging

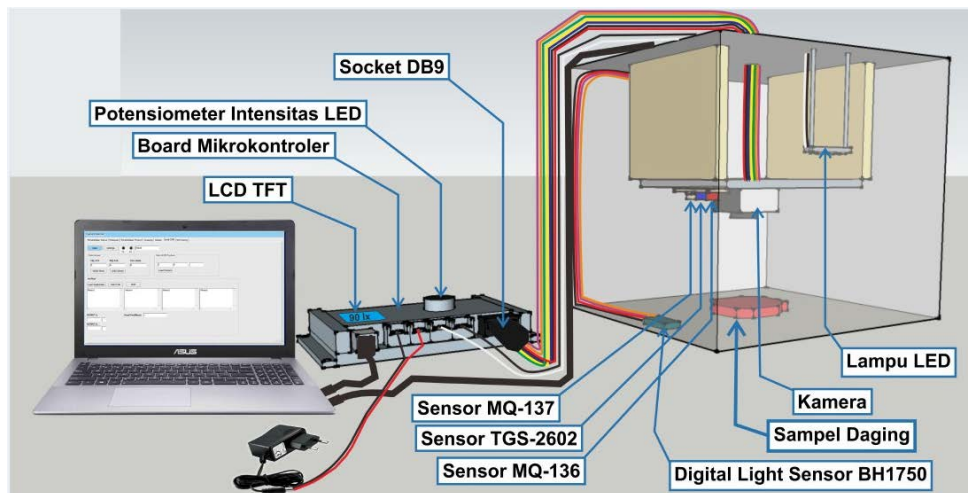
Studi literatur pada klasifikasi tingkat kebusukan daging berfungsi untuk mempelajari dan mencari informasi dari jurnal dan buku yang berkaitan dengan penelitian. Informasi ini diperlukan untuk mengetahui tentang *hardware*, *software*, metode, serta hasil dan analisa yang diperoleh. Studi literatur dari jurnal dan buku telah dijelaskan pada bab 1. Dari penelitian yang telah dilakukan ini dapat diperoleh informasi bahwa daging yang membusuk terkontaminasi oleh bakteri sehingga menghasilkan NH_3 , H_2S , dan VOC selain itu tekstur dari daging busuk berbeda dengan daging yang masih segar. Untuk mendeteksi semua itu maka penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan sensor MQ-137 untuk mendeteksi NH_3 , MQ-136 untuk mendeteksi gas H_2S , TGS 2602 untuk mendeteksi VOC, serta pengolahan citra menggunakan metoda GLCM untuk mengidentifikasi ciri dari tekstur daging.

3.2 Perancangan Sistem Klasifikasi Tingkat Kebusukan Daging

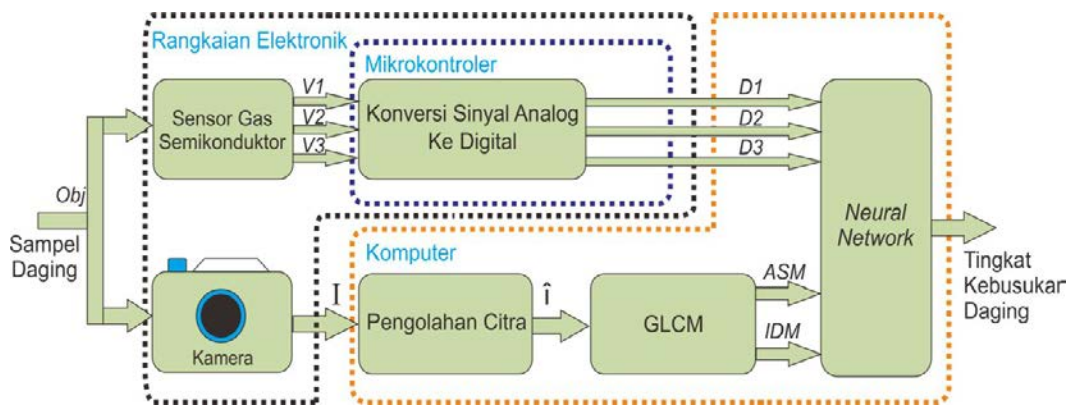
Dalam perancangan sistem ini dibuat wadah sampel daging. Wadah dibuat rapat dan gelap dari luar agar tidak ada gas yang keluar dari daging busuk

keluar wadah ataupun daging busuk dalam wadah tidak tercemar oleh gas diluar wadah serta tidak terpengaruh cahaya dari luar. Kamera dan deret sensor dan lampu LED diletakkan di bagian atas dari wadah dengan jarak 10 cm dari dasar box. Digital light sensor diletakkan didalam box bagian bawah. Kamera dihubungkan ke komputer melalui USB, sedangkan deret sensor gas dan digital light sensor, dihubungkan ke mikrokontroler melalui DB9, selanjutnya dihubungkan juga ke komputer melalui USB. Tata letak *hardware* sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Perancangan sistem pada penelitian ini meliputi sensor gas semikonduktor yang dirancang menggunakan sensor TGS 2602, MQ-136, dan MQ-137, kemudian diambil data ADC nya pada Mikrokontroler ATmega328 yang terdapat pada arduino uno, selanjutnya data tersebut dikirim ke komputer untuk diolah. Adapula kamera, pengolahan citra, dan ekstraksi fitur dengan menggunakan metode GLCM pada komputer. Hasil pengambilan data ADC dari sensor dan ekstraksi fitur dari pengolahan citra selanjutnya diklasifikasikan menggunakan pola pengenalan *neural network* dengan pemrograman *Delphi*. Diagram blok sistem dapat dilihat seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Tata letak *hardware* sistem klasifikasi tingkat kebusukan daging



Gambar 3.2 Diagram blok sistem klasifikasi tingkat kebusukan daging

3.3 Sensor Gas Semikonduktor

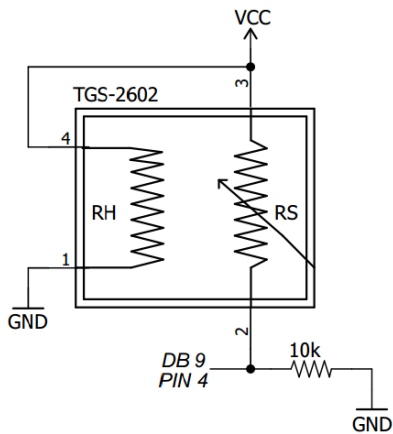
Perancangan sensor gas semikonduktor yang digunakan pada penelitian ini berkaitan dengan bakteri yang ada pada daging busuk, hasil metabolisme dari bakteri tersebut berupa gas yang dapat dideteksi oleh sensor. Untuk sensor yang digunakan, fungsi, dan hubungannya dengan bakteri dapat dilihat pada Tabel 3.1. Sensor TGS 2602 mengalami perubahan pada tahanan dalamnya ketika mendeteksi gas VOC, sensor MQ-136 ketika mendeteksi gas H_2S akan mengalami perubahan pada tahanan dalamnya, dan sensor MQ-137 ketika mendeteksi gas NH_3 akan mengalami perubahan pada tahanan dalamnya. Ketiga sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistensi analog di pin keluarannya. Ketika berada di udara bersih, sensor memiliki nilai tahanan dalam yang tinggi dibandingkan dengan sensor ketika terpapar oleh gas yang sesuai dengan sensor. Keluaran dari sensor yang merupakan perubahan nilai resistansi analog ketika mendeteksi gas yang sesuai dengan sensor akan dilanjutkan ke pembagi tegangan. Pembagi tegangan ini diperlukan ketiga sensor gas untuk dibandingkan dengan tahanan dalam sensor agar mendapatkan tegangan output dari sensor. Rangkaian pembagi tegangan sensor TGS 2602 pada Gambar 3.3, sedangkan MQ-136 dan MQ-137 dapat dilihat pada Gambar 3.4 karena keduanya memiliki kesamaan.

Hubungan antara nilai tegangan keluaran dari sensor terhadap jenis dan konsentrasi gas dapat digunakan untuk memperoleh informasi mengenai klasifikasi tingkat kebusukan daging yang akan diuji. Secara teori, daging segar

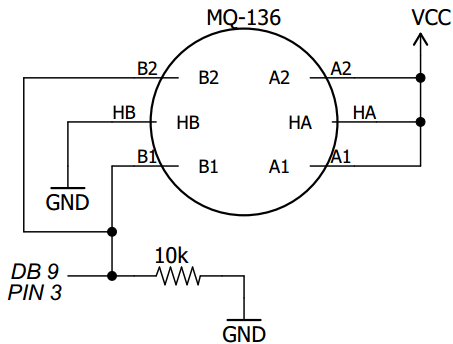
akan menghasilkan respon tegangan sensor yang berbeda dengan daging busuk. Dengan menggunakan prinsip pembagi tegangan pada setiap sensor maka dapat diketahui klasifikasi tingkat kebusukan daging.

Tabel 3.1 Penggunaan sensor

Jenis Sensor	Fungsi	Penyebab munculnya gas
TGS2602	Mendeteksi gas VOC	bakteri <i>Clostridium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i>
MQ-136	Mendeteksi gas H ₂ S	bakteri <i>Clostridium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i>
MQ-137	Mendeteksi gas amonia (NH ₃)	bakteri <i>Clostridium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i>



Gambar 3.3 Rangkaian pembagi tegangan sensor TGS 2602



Gambar 3.4 Rangkaian pembagi tegangan sensor MQ-136



Gambar 3.5 Diagram blok software deret sensor gas

Resistansi beban (R_L) nilainya tetap, tetapi nilai resistansi dalam sensor (R_S) akan berubah-ubah sesuai dengan jenis dan konsentrasi gas yang terdeteksi. Besarnya nilai tegangan keluaran dari sensor adalah:

$$V_O = \frac{R_L}{R_S + R_L} \times V_C \quad (3.1)$$

Dimana V_O merupakan tegangan keluaran dari sensor, R_L merupakan resistansi beban, R_S merupakan tahanan dalam sensor, dan V_C merupakan tegangan input sensor yang bernilai 5Volt.

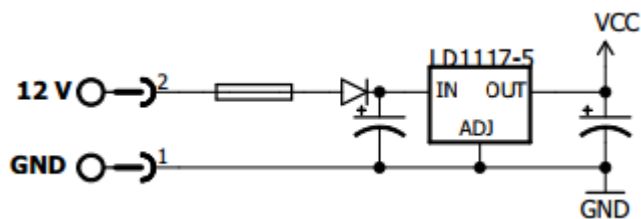
Selain perancangan *hardware*, ada pula perancangan *software* deret sensor gas, seperti pada Gambar 3.5. Tegangan dari pembagi tegangan setiap sensor gas dihubungkan dengan pin ADC (*analog-to-digital converter*) di mikrokontroler melalui DB9. Setelah itu data yang terbaca oleh ADC dikirim ke komputer dengan menggunakan komunikasi serial.

Nilai resistansi beban mempengaruhi nilai tegangan keluaran setiap sensor ketika berada di udara bersih. Untuk mencegah terjadinya saturasi tegangan keluaran sensor yang terlalu cepat ketika mendeteksi gas yang dihasilkan oleh daging, maka dipilih resistansi beban dari rentang nilai resistansi beban yang diijinkan pada setiap sensor. ADC pada arduino membutuhkan tegangan referensi sebesar 5Volt. Untuk mengubah nilai tegangan analog ke digital dapat digunakan rumus:

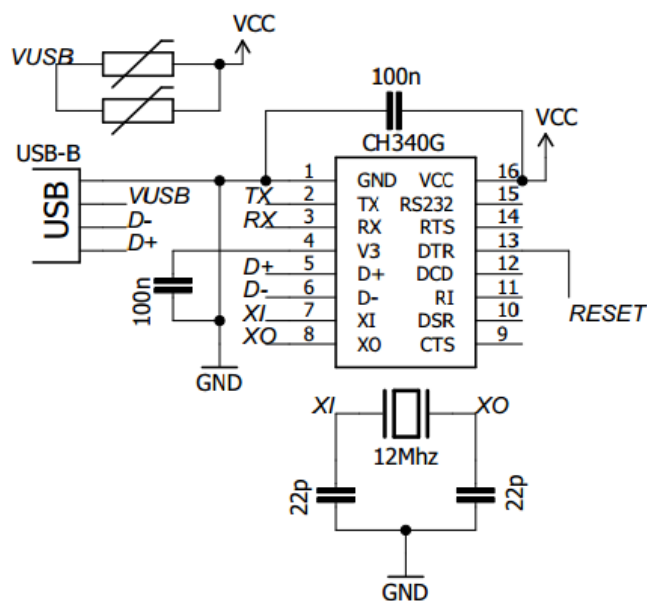
$$ADC = \frac{V_{input} \times 1023}{V_{referensi}} \quad (3.2)$$

3.4 Konversi Sinyal Analog ke Digital

Konversi Sinyal Analog ke Digital pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ATmega328. Mikrokontroler ini digunakan untuk membaca data dari tegangan keluaran setiap pembagi tegangan sensor gas menggunakan ADC, data ADC yang telah di baca di proses untuk mendapatkan nilai tegangan dari



Gambar 3.7 Rangkaian regulator menggunakan LD1117



Gambar 3.8 Rangkaian CH340g rangkaian dasar yang mudah.

2. Rangkaian komunikasi serial

Rangkaian komunikasi serial ini digunakan untuk mengirim hasil pemrosesan sensor dari mikrokontroler ke PC untuk di proses ke tahap selanjutnya, oleh karena itu di butuhkan komponen data konverter serial TTL ke USB menggunakan IC CH340G. Rangkaian CH340g dapat dilihat pada Gambar 3.8.

3.5 Kamera

Kamera dalam penelitian ini digunakan webcam A4Tech PK-710G. yang memiliki spesifikasi sesuai dengan rancangan pengujian yang membutuhkan jarak fokus yang pendek serta ketajaman gambar yang baik sehingga akan mempermudah proses pengolahan data. Penggunaan kamera pada penelitian ini



Gambar 3.9 Webcam A4Tech PK-710G

adalah untuk mengambil gambar daging agar dapat diklasifikasikan melalui pengolahan citra dan *neural network*, karena pada daging yang busuk terjadi pembentukan lendir yang disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas* yang membutuhkan energi untuk tumbuh dalam proses metabolisme karbohidrat (Soeparno, 2015) dan perubahan warna yang disebabkan H₂S yang dihasilkan akibat metabolisme bakteri mengoksidasi mioglobin ke bentuk metmioglobin (Ray, 2005). Bentuk fisik dari kamera dapat dilihat pada Gambar 3.9. Pemilihan kamera webcam A4Tech PK-710G karena pada penelitian ini dibutuhkan autofocus dengan jarak 10 cm dan kamera ini memiliki spesifikasi antara lain:

- *Automatic focus* hingga 10 cm
- *Image Sensor* 640x480 pixels
- Resolusi foto hingga 16 megapixel
- Anti glare untuk menghindari refleksi dan menghasilkan gambar yang sesuai
- Kualitas gambar yang baik meskipun kurang cahaya

3.6 Pengolahan Citra

Setelah dilakukan pengambilan gambar daging oleh kamera, maka gambar melalui tahapan pengolahan citra. Pengolahan citra dalam penelitian ini gambar telah di capture dengan ukuran yang sesuai kamera yaitu 640x480 pixels kemudian di crop posisi center pada gambar dengan ukuran 300x300 pixels.

Gambar dalam bentuk RGB. Gambar daging terdiri dari 13 data gambar daging yang diambil satu gambar mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-12.

3.7 GLCM

Ekstraksi fitur dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode GLCM statistik orde dua untuk melihat ciri tekstur antara daging yang masih segar dengan daging yang busuk, karena pada daging yang busuk akan terjadi perubahan warna dan tekstur menjadi berlendir yang disebabkan oleh bakteri pembusuk.

Proses ekstraksi fitur metode GLCM yaitu dimulai dengan mengkonversikan citra dalam bentuk RGB ke grayscale kemudian dari citra



Gambar 3.10 Diagram blok pengolahan citra metode GLCM

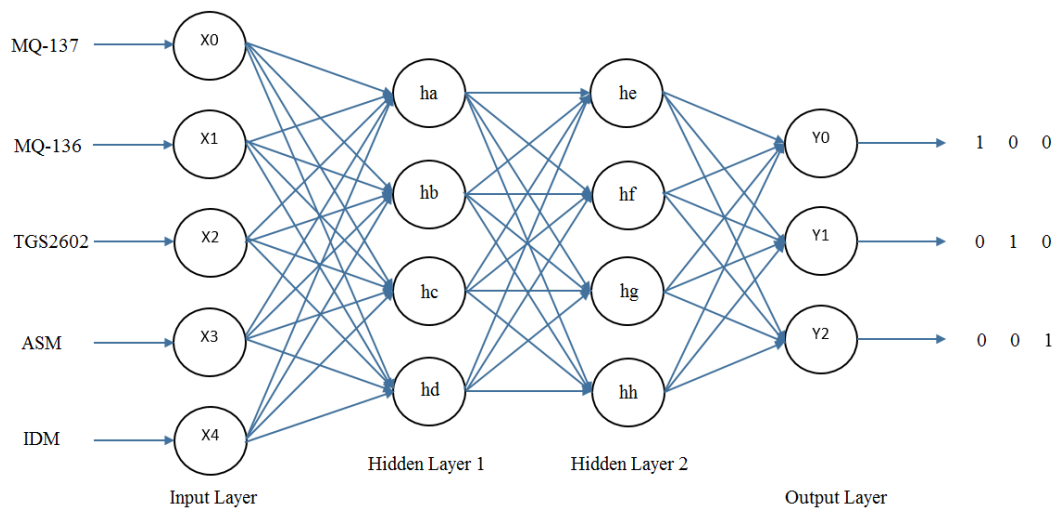
Tabel 3.2 Fitur pengolahan citra GLCM dan fungsinya

Fitur Pengolahan Citra GLCM	Fungsi
<i>Angular Second Moment</i> (ASM)	mendeteksi ukuran kemiripan dari gambar daging
<i>Inverse Different Momentum</i> (IDM)	untuk menunjukkan kemiripan dari gambar daging pada derajat yang sama
Contrast	untuk mengetahui seberapa bervariasi atau berbeda suatu gambar daging dengan gambar daging yang lain berdasarkan derajat keabuan
Entropy	menunjukkan ketidakaturan ukuran bentuk dari gambar daging
<i>Correlation</i>	untuk mengukur ketergantungan linear derajat keabuan citra dari sejumlah pasangan pixel agar dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam gambar daging

grayscale dapat dicari nilai fiturnya. Diagram bloknnya dapat dilihat pada Gambar 3.10, sedangkan fitur pengolahan citra GLCM dan fungsinya terlihat pada Tabel 3.2.

3.8 Neural Network

Perancangan software *Neural Network* dalam penelitian ini digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kebusukan daging, desain dari *Neural Network* ini menggunakan bahasa pemrograman Delphi. *Neural network* yang akan digunakan terdiri dari 5 input (X_0 hingga X_4) yang berasal dari nilai tegangan keluaran 3 sensor gas dan 2 fitur GLCM, 2 hidden layer yang masing – masing memiliki 4 neuron, dan output memiliki 3 neuron (Y_0 hingga Y_2) yang berfungsi untuk menentukan 3 tingkat kebusukan dimana output 100 menandakan daging dalam keadaan segar, 010 menandakan daging dalam keadaan busuk, dan 001 menandakan daging dalam keadaan sangat busuk, terlihat sperti pada Gambar 3.11. Pada *neural network* ini akan dilakukan pelatihan dengan error 0,001 dengan konstanta momentum 0,6 dan nilai ketetapan laju pembelajaran sebesar 0,5.



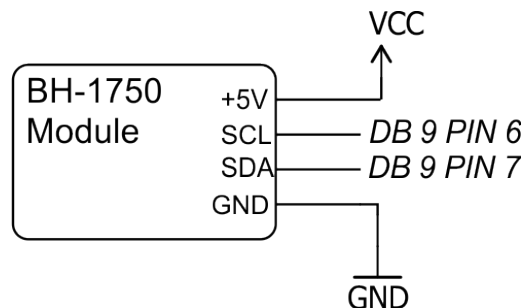
Gambar 3.11 Arsitektur Neural Network klasifikasi tingkat kebusukan daging

3.9 *Light Intensity Sensor*

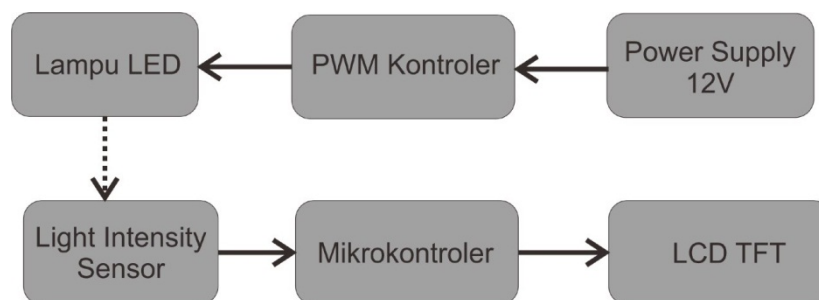
Pada penelitian ini digunakan *light intensity sensor* untuk mengetahui besarnya intensitas lampu dalam box. Terdapat 4 kaki pada *light intensity sensor*, kaki +5V dihubungkan ke VCC, kaki SCL dihubungkan ke DB9 Pin 6 yang nantinya dihubungkan ke mikrokontroler pin SCL, kaki SDA dihubungkan ke DB9 Pin 7 yang nantinya dihubungkan ke mikrokontroler pin SDA, dan yang terakhir kaki GND dihubungkan ke ground. Hasil dari pembacaan sensor ini dibaca oleh mikrokontroler kemudian ditampilkan di lcd. Skematik *light intensity sensor* dapat dilihat pada Gambar 3.12.

3.10 Kontrol Intensitas Lampu

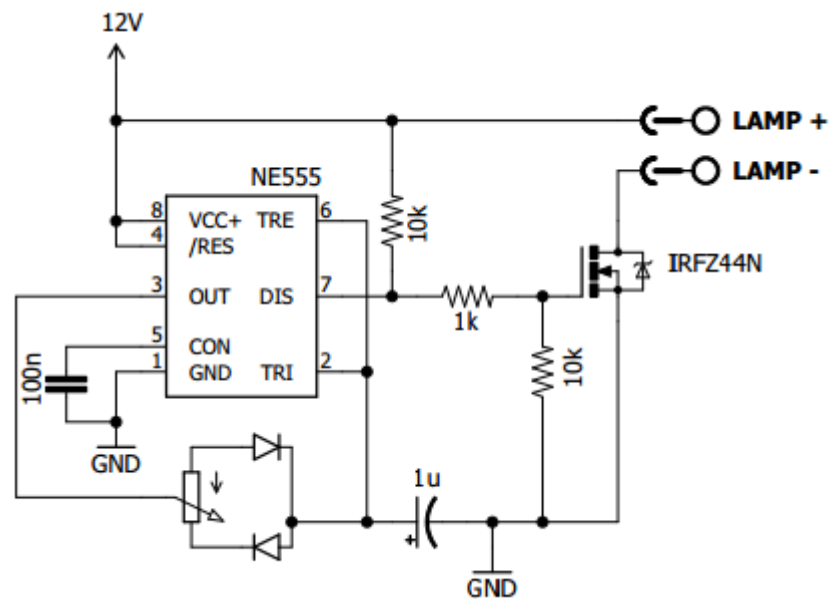
Sistem kontrol intensitas lampu pada penelitian ini menggunakan PWM kontroler yang disupply tegangan 12 volt. Pada saat intensitas cahaya terbaca oleh *light intensity sensor*, data yang terbaca dikirim ke mikrokontroler dan ditampilkan di LCD, maka data tersebut dapat dirubah sesuai dengan intensitas yang diinginkan menggunakan PWM kontroler. Diagram blok rangkaian PWM



Gambar 3.12 Skematik rangkaian Light Intensity Sensor



Gambar 3.13 Diagram blok kontrol intensitas lampu



Gambar 3.14 Rangkaian kontrol intensitas lampu

kontroler dapat dilihat seperti pada Gambar 3.13 dengan menggunakan IC NE 555 yang diset sebagai astabil multivibrator dengan frekuensi kerja tetap (nilai RC tetap) yang keluarannya diberikan kepada lampu dengan MOSFET. Terlihat pada Gambar 3.14 kontrol intensitas lampu ini menggunakan 2 buah diode yang mengendalikan proses *charge* dan *discharge* kapasitor C 1 μ F. Potensiometer 100K dihubungkan dengan 2 buah diode tersebut akan menentukan waktu charge dan discharge kapasitor C 1 μ F.

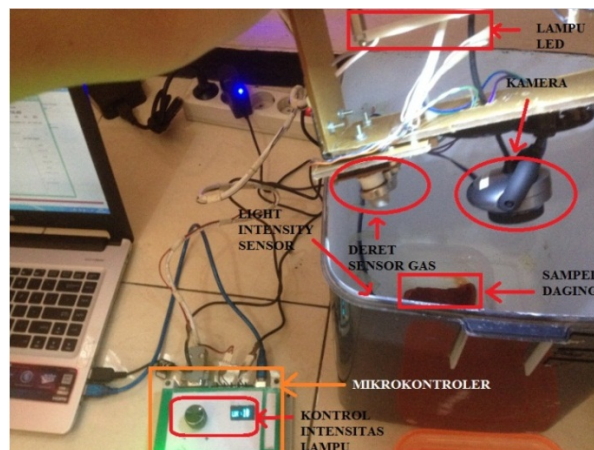
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan 5 tahapan pengujian, yaitu pengujian deret sensor gas, pengujian ekstraksi fitur, pengujian intensitas cahaya, pengujian konversi analog ke digital dan komunikasi serial, dan pengujian neural network untuk mengklasifikasi tingkat kebusukan daging. Realisasi peralatan yang digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kebusukan daging dapat dilihat pada Gambar 4.1, sedangkan proses pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2. Masing-masing dari pengujian ini dianalisa hasilnya. Pada penelitian ini dilakukan survey pada 10 orang untuk menentukan kebusukan 3 sampel daging. Sampel daging yang diujikan yaitu daging yang baru dikeluarkan dari freezer, daging yang 4 jam berada di luar ruangan pada suhu kamar, dan daging yang 8 jam lebih berada di luar ruangan pada suhu kamar.



Gambar 4.1 Peralatan hasil perancangan

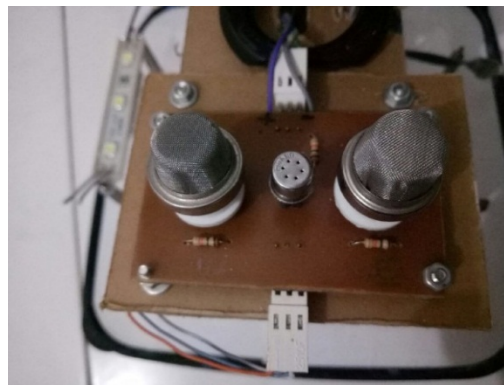


Gambar 4.2 Foto pengujian keseluruhan

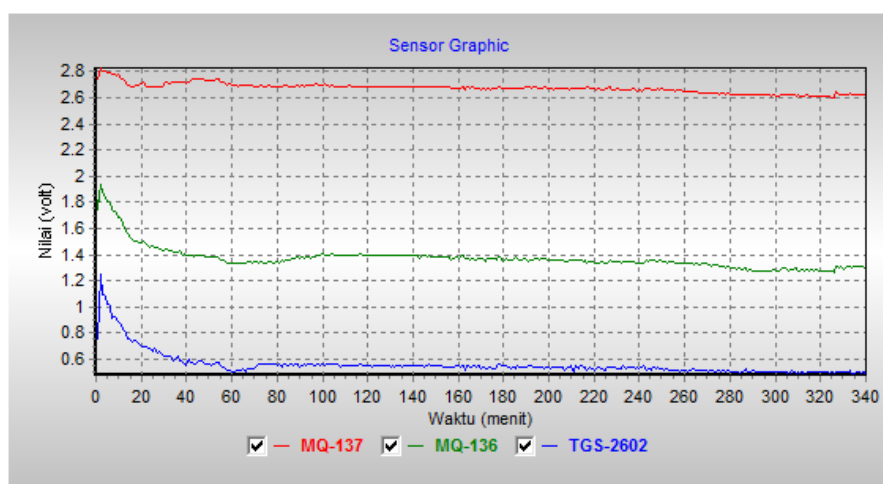
4.1 Pengujian Deret Sensor Gas

Pengujian deret sensor gas dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap gas yang dihasilkan karena perubahan tingkat kebusukan daging. Bentuk fisik hasil perancangan deret sensor gas dapat dilihat pada Gambar 4.3. Untuk menguji respon sensor terhadap perubahan tingkat kebusukan daging dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Ruang uji merupakan box berukuran 30cm yang tertutup rapat, yang didalamnya terdapat modul deret sensor gas.
2. Sensor gas berada didalam box bagian atas yang berjarak 15 cm dari dasar box.



Gambar 4.3 Modul deret sensor gas



Gambar 4.4 Grafik respon sensor gas dalam udara bersih

3. Daging berada di dalam box bagian bawah. Daging berukuran 100 gram.
Daging segar didefinisikan sebagai daging yang baru dipotong atau daging yang baru dikeluarkan dari kulkas, daging busuk didefinisikan sebagai daging yang diletakkan diluar ruangan pada suhu kamar selama 4-8 jam, dan daging sangat busuk didefinisikan sebagai daging yang diletakkan diluar ruangan pada suhu kamar lebih dari 8 jam. Suhu kamar yang digunakan yaitu 20°C hingga 25°C.

Tabel 4.1 Definisi tingkat kesegaran daging yang diuji

Tingkat Kesegaran Daging	Definisi Kesegaran
Segar	Daging yang baru saja dipotong atau keluar dari freezer atau kulkas
Busuk	Daging yang berada diluar ruangan pada suhu kamar selama 4-8 jam
Sangat busuk	Daging yang berada diluar ruangan pada suhu kamar lebih dari 8 jam

Tabel 4.2 Pengujian sensor gas pada daging segar

Daging segar	MQ-137	MQ-136	TGS 2602
Daging 1 Data 1	2,235	0,925	0,72
Daging 1 Data 2	2,488333	1,736667	1,425
Daging 2 Data 1	2,198333	1,451667	1,458333
Daging 2 Data 2	2,228333	1,32	1,89
Daging 3 Data 1	2,628	1,822	2,316
Daging 3 Data 2	3,04	2,368	2,466
Daging 4 Data 1	2,08	0,94	0,65
Daging 4 Data 2	2,9	2,51	0,56

Tabel 4.3 Pengujian sensor gas pada daging busuk

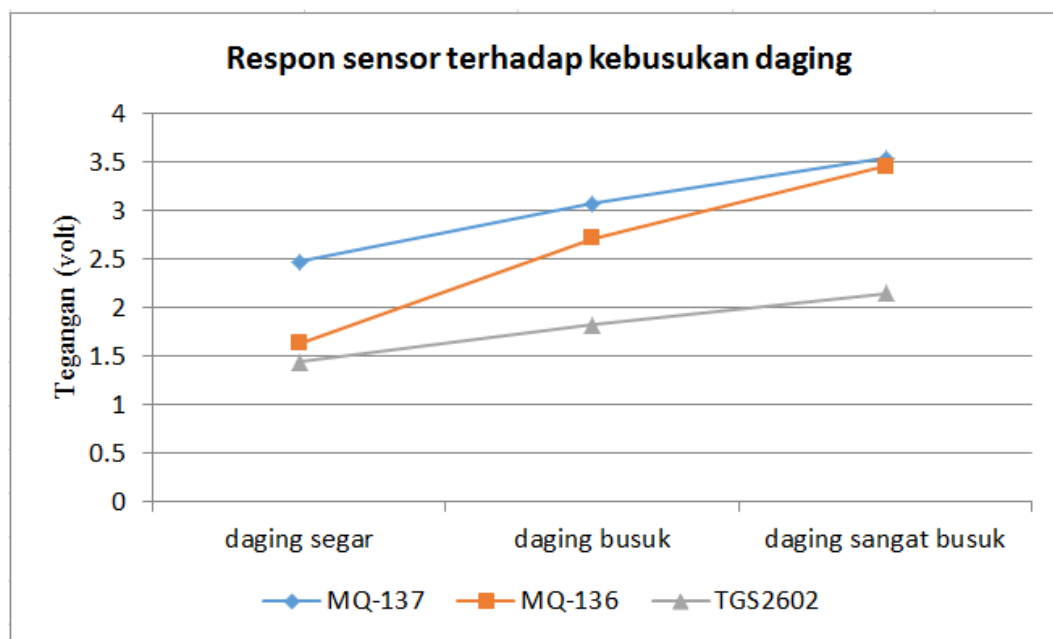
Daging busuk	MQ-137	MQ-136	TGS 2602
Daging 1 Data 1	2,738333	2,321667	1,69333
Daging 1 Data 2	3,038333	2,825	1,89333
Daging 2 Data 1	2,336667	1,435	2,108333
Daging 2 Data 2	2,713333	2,166667	2,336667
Daging 3 Data 1	3,358	2,942	2,428
Daging 3 Data 2	3,398	3,144	2,554
Daging 4 Data 1	3,39	3,3	0,72
Daging 4 Data 2	3,64	3,62	0,87

4. Pengambilan data V_O deret sensor gas diambil setiap jam dari jam ke-0 hingga jam ke-12 dimulai ketika daging daging memasuki box uji sensor.
5. Nilai V_O dijadikan inputan neural network.

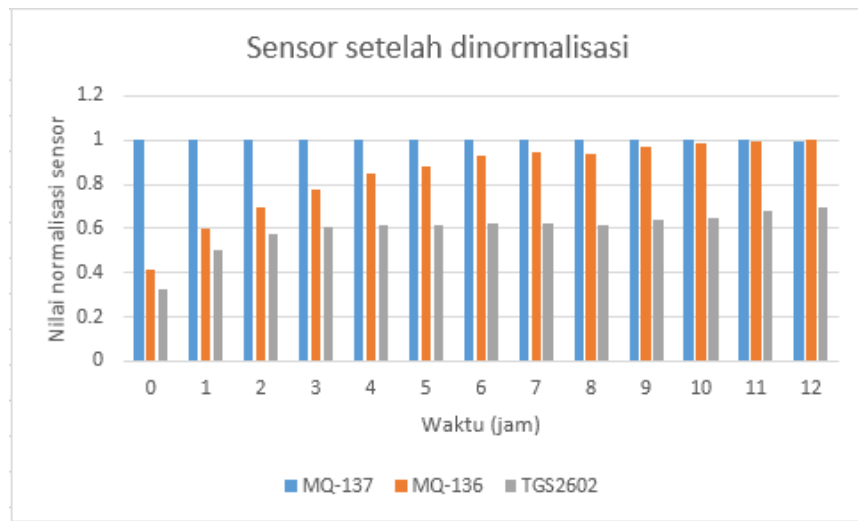
Pengujian yang pertama dilakukan adalah pengujian sensor gas ketika belum ada sampel daging didalam box atau ketika box berisi udara bersih. Grafik respon sensor gas terhadap udara bersih ditunjukkan pada Gambar 4.4. Definisi dari tingka kebusukan daging dapat dilihat pada Tabel. 4.1. Hasil pengujian sesor gas setelah ada daging ketika daging dalam kondisi segar terlihat pada Tabel 4.2,

Tabel 4.4 Pengujian sensor gas pada daging sangat busuk

Daging Sangat Busuk	MQ-137	MQ-136	TGS 2602
Daging 1 Data 1	3,256667	3,063333	2,005
Daging 1 Data 2	3,391667	3,341667	2,206667
Daging 2 Data 1	3,243333	3,116667	2,511667
Daging 2 Data 2	3,528333	3,551667	2,663333
Daging 3 Data 1	3,416	3,242	2,79
Daging 3 Data 2	3,706	3,664	2,97
Daging 4 Data 1	3,87	3,83	0,98
Daging 4 Data 2	3,92	3,84	1,09



Gambar 4.5 Grafik respon sensor gas terhadap kebusukan daging



Gambar 4.6 Pola deret sensor gas pada proses pembusukan daging

ketika daging dalam kondisi busuk terlihat pada Tabel 4.3, dan ketika Tabel dalam kondisi sangat busuk terlihat pada Tabel 4.4. Respon sensor ketika ada daging dengan tiga kondisi terlihat pada Gambar 4.5, sedangkan pola deret sensor gas dalam proses pembusukan daging yang diuji dari jam ke-0 hingga jam ke-12 terlihat pada Gambar 4.6. Pola deret sensor gas dapat dilihat dengan cara menormalisasi data sensor yaitu membagi data sensor setiap jam dengan nilai terbesar sensor pada setiap jam tersebut.

4.2 Analisa Deret Sensor Gas

Dari hasil pengujian deret sensor terlihat bahwa sensor meningkat seiring dengan perubahan keadaan daging. Semakin busuk daging maka semakin tinggi tegangan sensor. Pada Gambar 4.4 menunjukkan respon ketiga sensor gas setiap jam. Pada awal pengujian, nilai sensor yang mendominasi adalah sensor MQ-137 akan tetapi semakin tinggi tingkat kebusukan daging maka semakin besar nilai respon sensor MQ-136. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi nilai kandungan gas H_2S (Ray, 2005).

4.3 Pengujian Konversi analog ke digital dan komunikasi serial

Pengujian ADC dan komunikasi serial dilakukan dengan menghubungkan ADC dari mikrokontroler menuju ke sumber tegangan. Nilai

yang terbaca oleh ADC akan dikirim ke komputer melalui komunikasi serial dengan menggunakan USB to TTL. Bentuk fisik dari rangkaian mikrokontroler ATmega328 dapat dilihat pada Gambar 4.7. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan tegangan yang terbaca dari multimeter dengan yang ditampilkan pada komputer yang dibaca oleh ADC. Pengujian konversi analog ke digital dan komunikasi serial terlihat pada Gambar 4.8. Data hasil pengujian terlihat pada Tabel 4.5.

Proses komunikasi serial pada penelitian ini berasal dari keluaran tiga buah sensor gas yang dikirim menuju ke komputer. Aturan pengiriman yang digunakan agar data dapat terpisahkan dan menandai proses pengambilan data pada mikrokontroler adalah sebagai berikut:

```
Serial.print("a");
```

```
Serial.print(voltage_mq137);
```



Gambar 4.7 Fisik rangkaian mikrokontroler ATmega328



Gambar 4.8 Pengujian konversi analog ke digital dan komunikasi serial

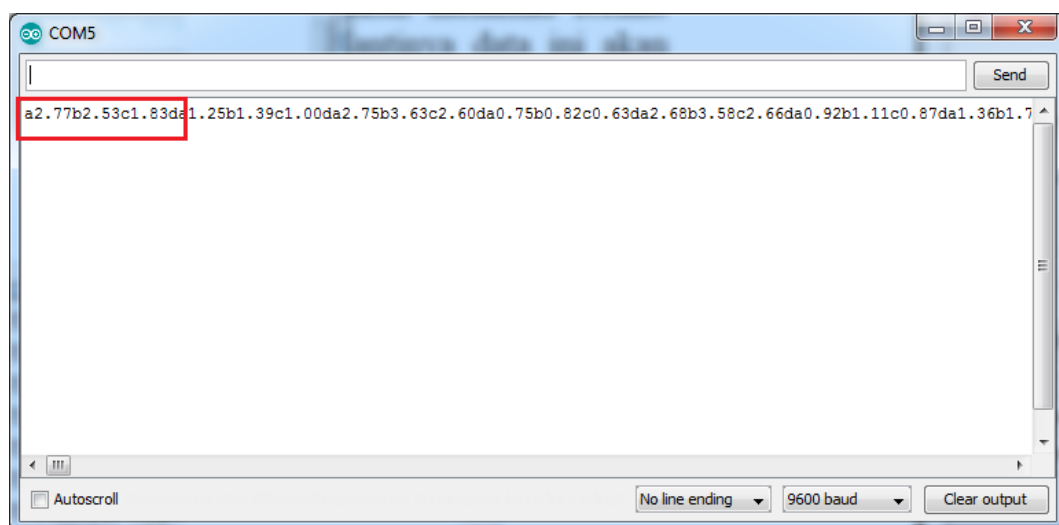
```

Serial.print("b");
Serial.print(voltage_mq136);
Serial.print("c");
Serial.print(voltage_tgs);
Serial.print("d");

```

Tabel 4.5 Perbandingan pembacaan ADC dan komunikasi serial

Data Ke -	Pembacaan Multimeter (Volt)	Pembacaan ADC (Volt)	Error ADC (%)
1	0	0	0
2	0,271	0,27	0,996309963
3	0,501	0,49	0,978043912
4	1,006	0,99	0,984095427
5	1,512	1,51	0,998677249
6	2,015	2,01	0,99751861
7	2,523	2,52	0,998810939
8	3,036	3,04	1,001317523
9	3,517	3,51	0,998009667
10	4,06	4	0,985221675
11	4,49	4,45	0,991091314
12	5,04	5	0,992063492
Rata-rata error			0,910096648



Gambar 4.9 Format dari data serial

Data yang diterima pada komputer akan memiliki format seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.9. Data yang dikirim secara serial ini akan dipisahkan dengan menggunakan program pada *software* Delphi.

4.4 Analisa pengujian Konversi analog ke digital dan komunikasi serial

Dari hasil pengujian terlihat bahwa error rata-rata pembacaan ADC adalah 0,9%. Error masih dalam batas toleransi karena tegangan yang diberikan adalah antara 0 hingga 5 volt sehingga error tidak terlalu berpengaruh. Akan tetapi error pembacaan tegangan dengan nilai dua angka dibelakang koma akan memberikan error yang cukup berarti atau berpengaruh apabila tegangan yang diberikan dibawah 1 volt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembacaan ADC sudah cukup akurat dan komunikasi serial juga berjalan dengan baik tanpa terjadinya error.

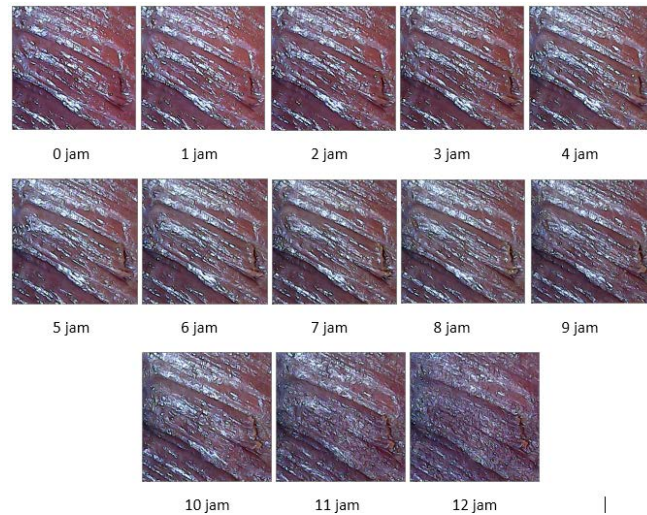
4.5 Pengujian GLCM

Prosedur pengujian citra pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahap awal kamera disetting agar autofocus pada jarak 10 cm. Tata letak kamera dapat dilihat pada gambar 4.10. Sampel daging yang digunakan berukuran 100 gram. Pengambilan citra sesuai dengan kamera yaitu berukuran 640x480 pixels, kemudian dipotong menjadi 300x300 pixels terlihat seperti Gambar 4.11. Selanjutnya citra yang telah dipotong tadi dirubah dari RGB ke grayscale kemudian diambil nilai fitur GLCMnya. Hasil ekstraksi fitur GLCM dari citra daging dapat dilihat pada Gambar 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, dan

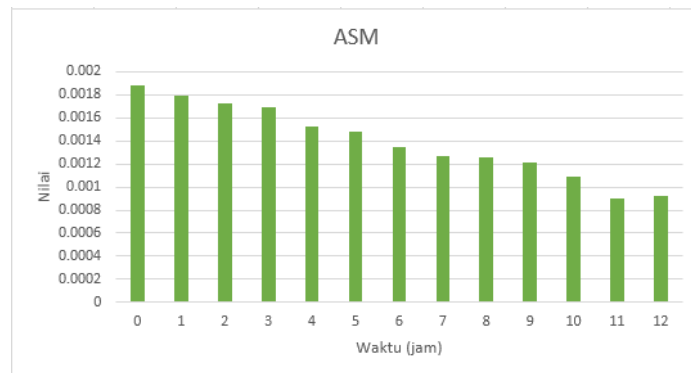


Gambar 4.10 Tata letak kamera

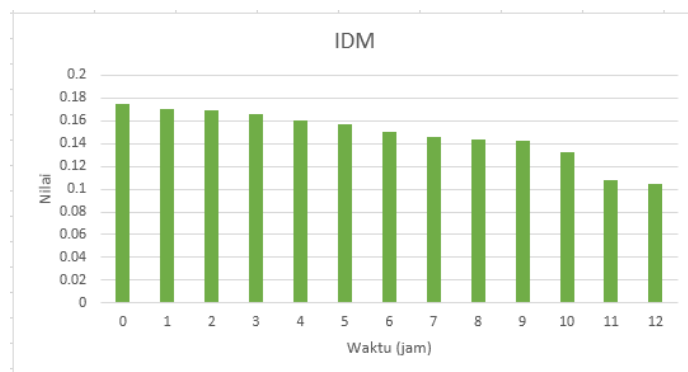
4.16. Setelah diperoleh nilai dari fitur-fitur GLCM selanjutnya dicari nilai regresi linier dari fitur- fitur tersebut untuk menentukan fitur GLCM yang terbaik untuk



Gambar 4.11 Daging hasil cropping ukuran 300x300 pixels

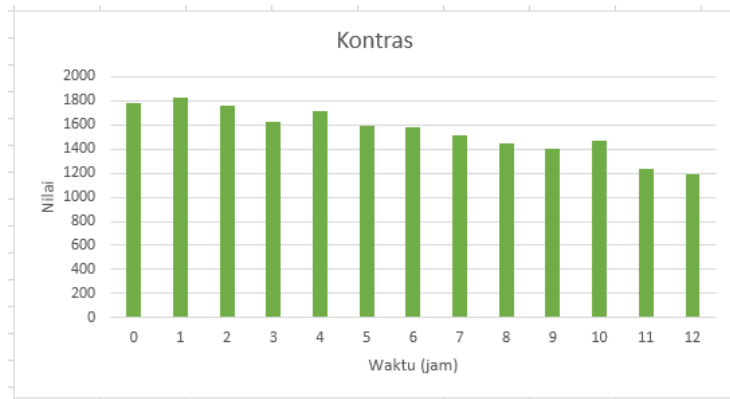


Gambar 4.12 Hasil ekstraksi fitur ASM

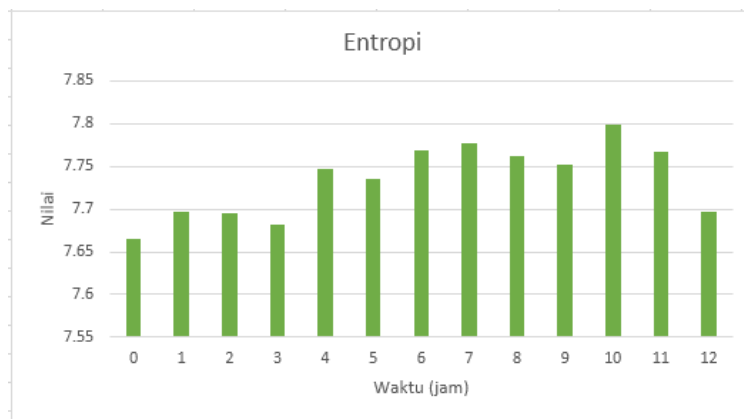


Gambar 4.13 Hasil ekstraksi fitur IDM

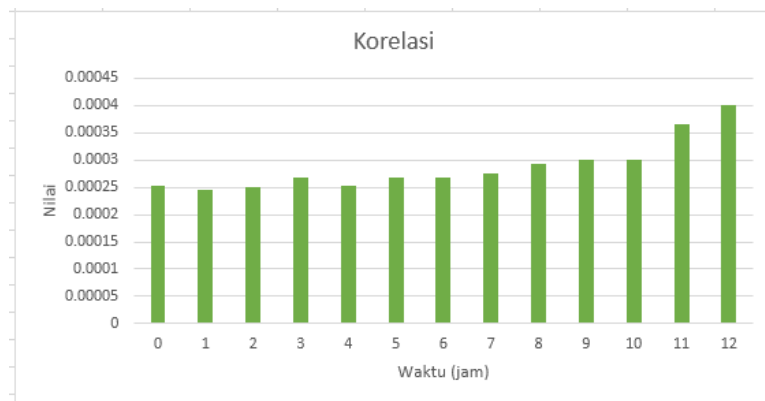
mewakili tingkat. kebusukan yang berbeda, terlihat seperti pada Gambar 4.17. Data citra diambil setiap 1 jam mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-12.



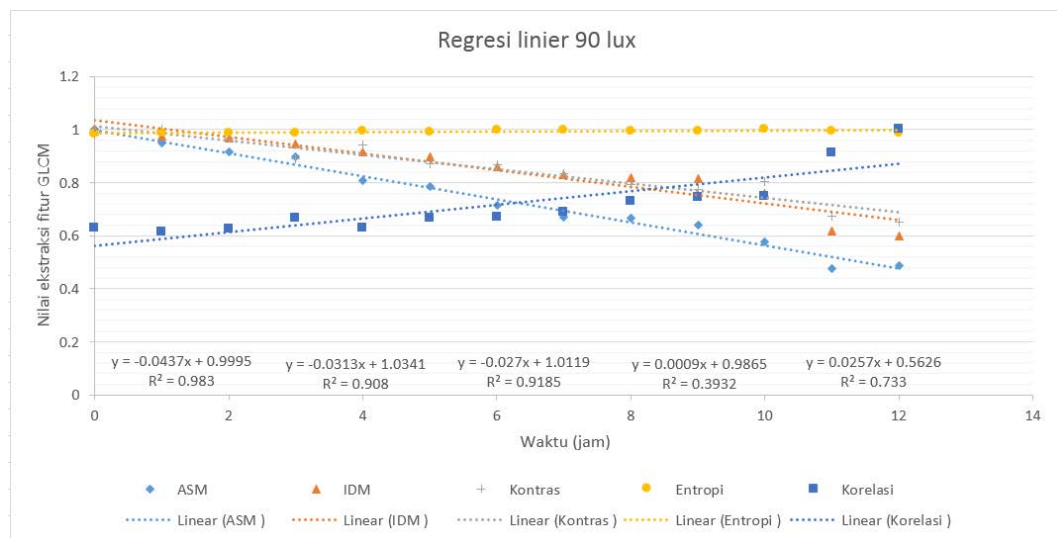
Gambar 4.14 Hasil ekstraksi fitur Kontras



Gambar 4.15 Hasil ekstraksi fitur Entropi



Gambar 4.16 Hasil ekstraksi fitur Korelasi



Gambar 4.17 Hasil regresi linier berbagai fitur GLCM

4.6 Analisa Data Ekstraksi fitur

Pemilihan fitur ekstraksi GLCM yang terbaik dilihat dari nilai gradient dan koefisien determinasi yang terbesar karena semakin besar nilainya maka dianggap semakin bisa membedakan tingkat kebusukan daging. Terlihat pada Gambar 4.17, nilai gradient dan koefisien determinasi yang terbesar dimiliki oleh fitur ASM dan IDM sehingga dapat disimpulkan bahwa fitur GLCM yang terbaik adalah ASM dan IDM.

4.7 Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian intensitas cahaya dalam penelitian ini menggunakan *light intensity sensor* BH-1750 yang diletakkan di dasar box, seperti pada Gambar 4.18. Tujuan dari pengujian ini untuk mencari intensitas cahaya terbaik yang mewakili tingkat kebusukan yang berbeda. Pengujian ini menggunakan 5 tingkat kecerahan yaitu 30, 60, 90, 120, dan 150 lux. Prosedur pengujian intensitas cahaya pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahap awal kamera disetting agar autofokus pada jarak 10 cm. Sampel daging yang digunakan berukuran 100 gram. Diberikan intensitas sesuai yang digunakan. Pengambilan citra sesuai dengan kamera yaitu berukuran 640x480 pixels, kemudian dipotong menjadi 300x300 pixels. Selanjutnya citra yang telah dipotong tadi dirubah dari RGB ke grayscale

kemudian diambil nilai fitur GLCMnya. Dari nilai glcm yang diperoleh dicari nilai koefisien determinasi dari fitur-fitur glcm pada setiap intensitas cahaya yang diberikan, hasilnya dapat dilihat pada Table 4.6.

4.8 Analisa pengujian intensitas cahaya

Pemilihan kondisi tingkat kecerahan ini berdasarkan pada nilai koefisien determinasi feature GLCM yang terbesar karena semakin besar semakin mendekati linier sehingga dianggap paling bisa membedakan tingkat kebusukan daging. Terlihat pada Tabel 4.6 koefisien determinasi terbesar diantara intensitas cahaya 30, 60, 90, 120, dan 150 lux adalah 90. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kecerahan cahaya yang terbaik adalah 90 lux.



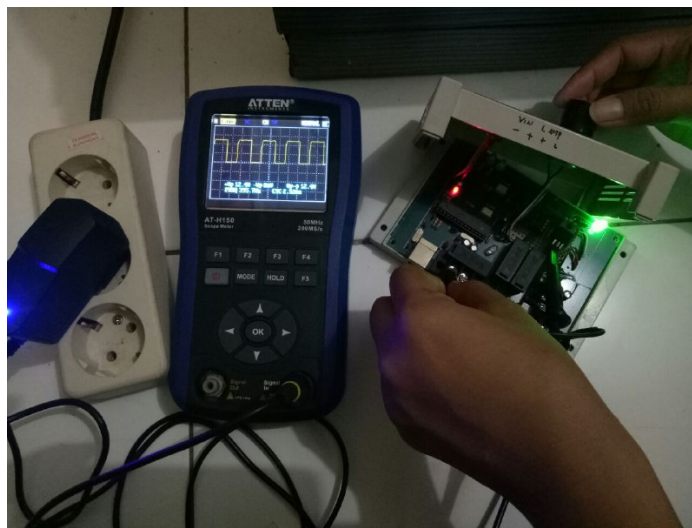
Gambar 4.18 Tata letak sensor BH-1750

Tabel 4.6 Data koefisien determinasi berbagai fitur dan intensitas

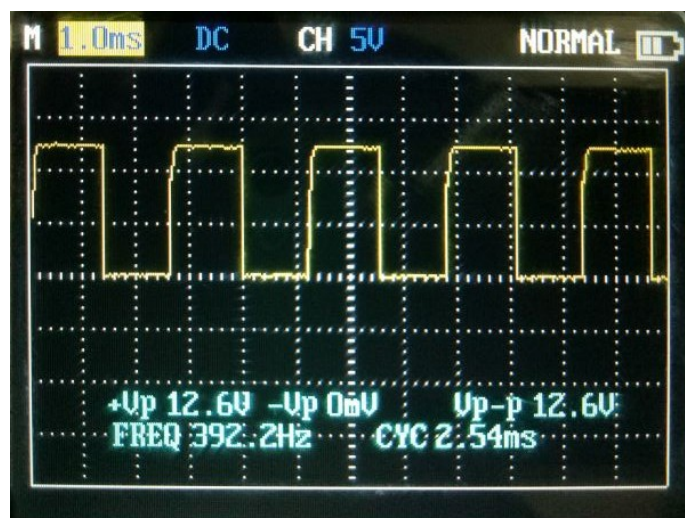
Intensitas Cahaya (lux)	ASM	IDM	Kontras	Entropi	Korelasi	Rata-rata
30	0.8743	0.795	0.8475	0.1851	0.6846	0.6773
60	0.8794	0.8161	0.8799	0.1068	0.7039	0.67722
90	0.983	0.908	0.9185	0.3932	0.733	0.78714
120	0.7613	0.6547	0.5598	0.4373	0.5678	0.59618
150	0.9253	0.8686	0.6643	0.2185	0.5661	0.64856

4.9 Pengujian Kontrol Intensitas Lampu

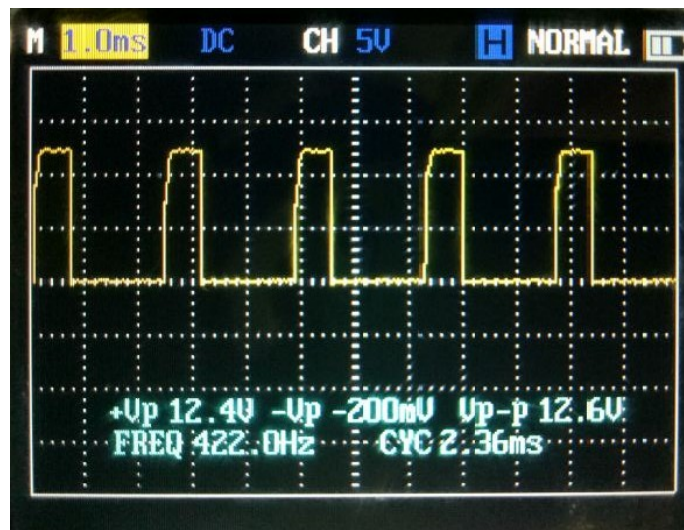
Pengujian kontrol intensitas lampu dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya intensitas yang diinginkan dengan menggunakan pengaturan PWM. Proses pengujian PWM pada kontrol intensitas lampu dapat dilihat pada Gambar 4.19. Pengaturan PWM dapat dilakukan dengan merubah-rubah nilai resistansi pada potensiometer. Hasil pengaturan PWM dapat dilihat pada Gambar 4.20, 4.21, dan 4.22.



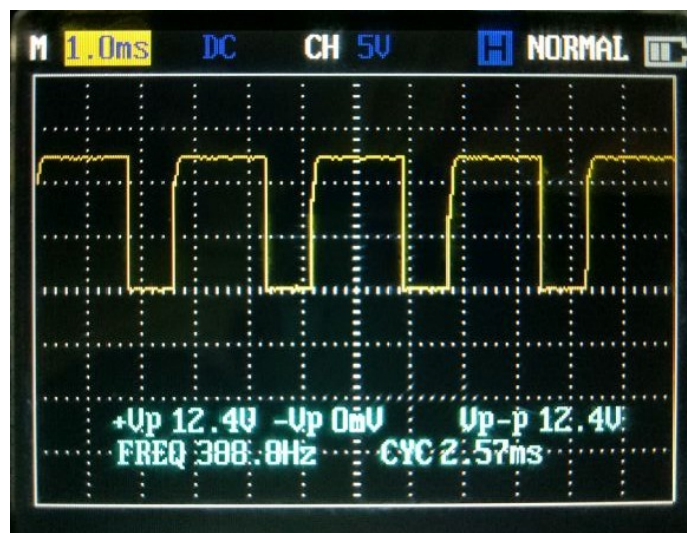
Gambar 4.19 Proses pengujian PWM pada kontrol intensitas lampu



Gambar 4.20 PWM dengan dutycycle 53%



Gambar 4.21 PWM dengan dutycycle 31%



Gambar 4.22 PWM dengan dutycycle 69%

4.10 Analisa pengujian kontrol intensitas lampu

Pada pengujian kontrol intensitas lampu besarnya *duty cycle* akan mempengaruhi intensitas cahaya. Semakin besar dutycycle maka intensitas cahaya yang dihasilkan akan semakin besar, begitu pula sebaliknya semakin kecil *duty cycle* maka intensitas cahaya yang dihasilkan akan semakin kecil. Dari hasil tersebut, maka control intensitas cahaya ini dapat digunakan untuk mengatur cahaya LED yang digunakan dalam box sesuai dengan intensitas yang diinginkan.

4.11 Pengujian Neural Network

Pengujian neural network dilakukan dengan 2 tahapan yaitu tahap training dan tahap pengujian. Pada tahap training, Neural Network dapat

Tabel 4.7 Data hasil normalisasi untuk daging segar

Segar					
No.	MQ-137	MQ-136	TGS 2602	ASM	IDM
1	1	0,41387	0,322148	0,01975	1
2	1	0,697924	0,572672	0,017861	1
3	1	0,660349	0,663381	0,011269	1
4	1	0,592371	0,848168	0,010318	1
5	1	0,693303	0,881279	0,009691	1
6	1	0,778947	0,811184	0,008545	1
7	1	0,451923	0,3125	0,01595	1
8	1	0,865517	0,193103	0,015447	1

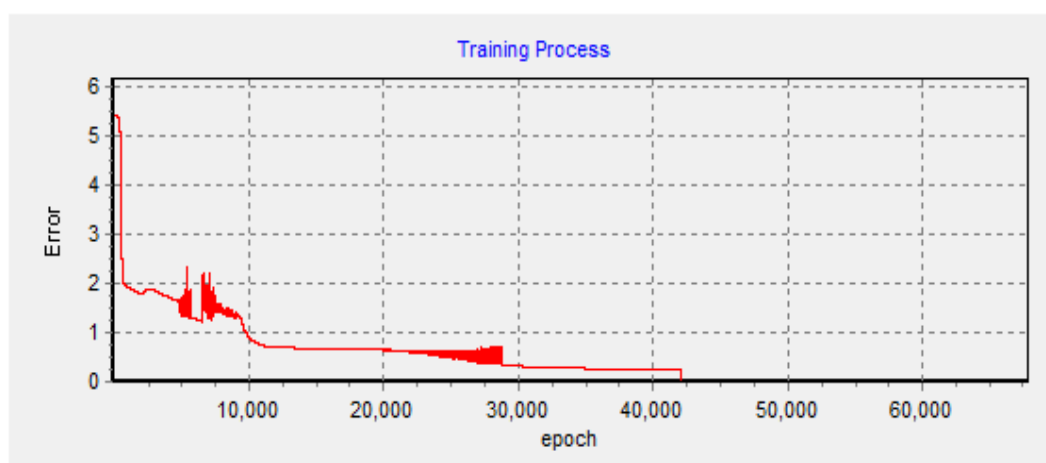
Tabel 4.8 Data hasil normalisasi untuk daging busuk

Busuk					
No.	MQ-137	MQ-136	TGS 2602	ASM	IDM
1	1	0,847839	0,618381	0,016991	1
2	1	0,929786	0,623149	0,016041	1
3	1	0,614123	0,902282	0,012022	1
4	1	0,798526	0,861179	0,012224	1
5	1	0,876117	0,723049	0,008017	1
6	1	0,92525	0,751619	0,007348	1
7	1	0,973451	0,212389	0,016365	1
8	1	0,994505	0,239011	0,17108	1

Tabel 4.9 Data hasil normalisasi untuk daging sangat busuk

Sangat Busuk					
No.	MQ-137	MQ-136	TGS 2602	ASM	IDM
1	1	0,940635	0,61566	0,017371	1
2	1	0,985258	0,650614	0,017114	1
3	1	0,960946	0,774409	0,015052	1
4	0,99343	1	0,749883	0,013243	1
5	1	0,949063	0,816745	0,007141	1
6	1	0,988667	0,801403	0,007043	1
7	1	0,989664	0,25323	0,015361	1
8	1	0,979592	0,278061	0,014819	1

mencapai tingkat kesalahan 0.001 dengan memerlukan jumlah iterasi sebesar 67,811. Grafik error proses training dapat dilihat pada Gambar 4.23. Untuk pelatihan ini digunakan 24 sampel yang terdiri dari daging segar, busuk, dan sangat busuk dengan masing- masing sebanyak 8 sampel. Setiap sampel berasal dari daging yang berbeda. Setelah tahap training, maka dilakukan tahap pengujian verifikasi dengan menggunakan 9 sampel. Sampel yang digunakan berasal dari daging berbeda dengan sampel pada proses training. Data yang dijadikan sebagai inputan dalam proses training berupa data sensor MQ-137, MQ-136, TGS 2602, fitur ASM, dan fitur IDM yang telah dinormalisasi. Data input normalisasi daging segar terlihat pada Tabel 4.7, daging busuk terlihat pada Tabel 4.8, dan daging sangat busuk terlihat pada Tabel 4.9. Hasil pengujian untuk data training terlihat pada Tabel 4.10, data pengujian verifikasi offline dengan menggunakan 3 input terlihat pada Tabel 4.11, data pengujian verifikasi offline dengan menggunakan 4 input terlihat pada Tabel 4.12, dan data pengujian verifikasi offline dengan menggunakan 3 input terlihat pada Tabel 4.13. Untuk proses training dengan menggunakan 1 dan 2 input telah dilakukan akan tetapi proses training tidak dapat diselesaikan. Setelah diverifikasi maka dilakukan pengujian menggunakan sampel lain lagi dengan weight dan bias yang telah ada sebelumnya, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.14. Untuk proses testing terlihat pada Gambar 4.24, 4.25, dan 4.26.



Gambar 4.23 Grafik error dari proses training Neural Network

4.12 Analisa Pengujian Neural Network

Dari hasil pengujian neural network terlihat bahwa Neural Network dapat mengenali 24 sampel dari data training yang diujikan, ini berarti 100% hasil pembacaan benar, itu artinya program neural network dapat tidak bermasalah, ditunjukkan pada Tabel 4.10. Pada verifikasi 3 input Neural Network dapat mengenali 5 sampel uji dari ketiga jenis tingkat kebusukan sebesar 56% ditunjukkan pada Tabel 4.11, pada verifikasi 4 input Neural Network dapat mengenali 3 sampel uji dari ketiga jenis tingkat kebusukan sebesar 30% ditunjukkan pada Tabel 4.12, dan pada verifikasi Neural Network dapat mengenali 8 sampel uji dari ketiga jenis tingkat kebusukan sebesar 89%

Tabel 4.10 Hasil pengujian data training secara offline

No.	Data Daging	Hasil Klasifikasi
1	Segar	Segar
2	Segar	Segar
3	Segar	Segar
4	Segar	Segar
5	Segar	Segar
6	Segar	Segar
7	Segar	Segar
8	Segar	Segar
9	Busuk	Busuk
10	Busuk	Busuk
11	Busuk	Busuk
12	Busuk	Busuk
13	Busuk	Busuk
14	Busuk	Busuk
15	Busuk	Busuk
16	Busuk	Busuk
17	Sangat Busuk	Sangat Busuk
18	Sangat Busuk	Sangat Busuk
19	Sangat Busuk	Sangat Busuk
20	Sangat Busuk	Sangat Busuk
21	Sangat Busuk	Sangat Busuk
22	Sangat Busuk	Sangat Busuk
23	Sangat Busuk	Sangat Busuk
24	Sangat Busuk	Sangat Busuk

ditunjukkan pada Tabel 4.13. Untuk tahapan pengujian diluar verifikasi, Neural Network dapat mengenali 25 sampel uji dari ketiga jenis tingkat kebusukan sebesar 76% ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.11 Hasil verifikasi 3 input secara offline

No.	Data Daging	Hasil Klasifikasi
1	Segar	Segar
2	Segar	Segar
3	Segar	Busuk
4	Busuk	Busuk
5	Busuk	Busuk
6	Busuk	Busuk
7	Sangat Busuk	Busuk
8	Sangat Busuk	Busuk
9	Sangat Busuk	Segar

Tabel 4.12 Hasil verifikasi 4 input secara offline

No.	Data Daging	Hasil Klasifikasi
1	Segar	Segar
2	Segar	Segar
3	Segar	Segar
4	Busuk	Segar
5	Busuk	Segar
6	Busuk	Segar
7	Sangat Busuk	Segar
8	Sangat Busuk	Segar
9	Sangat Busuk	Segar

Tabel 4.13 Hasil verifikasi secara offline

No.	Data Daging	Hasil Klasifikasi
1	Segar	Segar
2	Segar	Segar
3	Segar	Segar
4	Busuk	Busuk
5	Busuk	Sangat Busuk
6	Busuk	Busuk
7	Sangat Busuk	Sangat Busuk
8	Sangat Busuk	Sangat Busuk
9	Sangat Busuk	Sangat Busuk

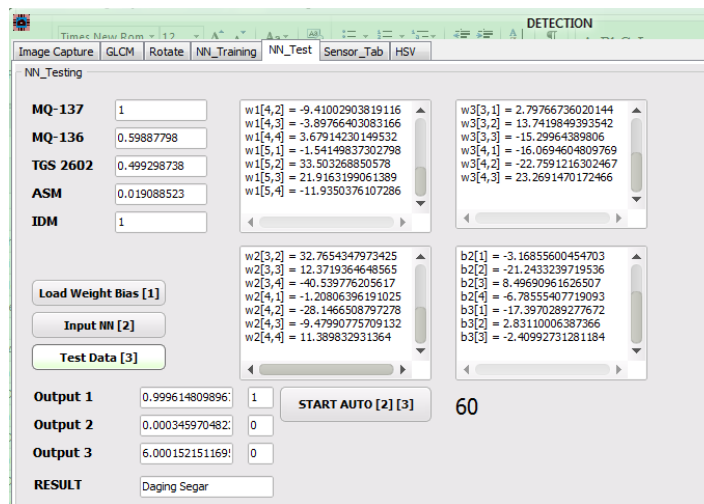
Tabel 4.14 Hasil pengujian data selain verifikasi

No.	Data Daging	Hasil Klasifikasi
1	Segar	Segar
2	Segar	Segar
3	Segar	Segar
4	Segar	Busuk
5	Segar	Segar
6	Segar	Segar
7	Segar	Segar
8	Segar	Segar
9	Segar	Segar
10	Segar	Segar
11	Segar	Segar
12	Busuk	Busuk
13	Busuk	Busuk
14	Busuk	Segar
15	Busuk	Sangat busuk
16	Busuk	Segar
17	Busuk	Busuk
18	Busuk	Busuk
19	Busuk	Busuk
20	Busuk	Busuk
21	Busuk	Busuk
22	Busuk	Busuk
23	Sangat Busuk	Busuk
24	Sangat Busuk	Busuk
25	Sangat Busuk	Busuk
26	Sangat Busuk	Busuk
27	Sangat Busuk	Sangat Busuk
28	Sangat Busuk	Sangat Busuk
29	Sangat Busuk	Sangat Busuk
30	Sangat Busuk	Sangat Busuk
31	Sangat Busuk	Sangat Busuk
32	Sangat Busuk	Sangat Busuk
33	Sangat Busuk	Sangat Busuk

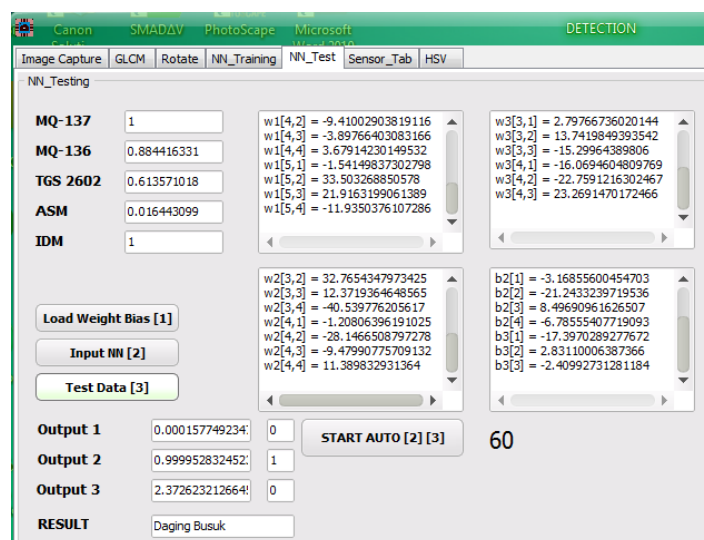
4.13 Analisa Data Keseluruhan

Dalam penelitian ini telah dirancang sebuah alat pengklasifikasi tingkat kebusukan daging yang menggolongkan daging menjadi 3 kelas yaitu segar, busuk, dan sangat busuk. Dari hasil penelitian diketahui bahwa semakin busuk daging maka tegangan sensor MQ-136 melampaui tegangan sensor MQ-137

karena nilai konsentrasi gas H_2S yang meningkat (Ray, 2005). Kemudian pada pengujian citra didapatkan fitur GLCM terbaik adalah ASM dan IDM dilihat dari nilai gradient dan koefisien determinasi yang terbesar. Intensitas terbaik yang dapat digunakan untuk pengambilan citra adalah 90 lux dilihat dari nilai koefisien determinasi fitur GLCM yang terbesar. Dari hasil pengujian terlihat bahwa pembacaan ADC sudah cukup akurat dan komunikasi serial juga berjalan dengan baik tanpa terjadinya error. Hasil klasifikasi dari Neural Network memiliki tingkat keberhasilan sebesar 89%.



Gambar 4.24 Hasil testing offline daging segar



Gambar 4.25 Hasil testing offline daging busuk

Image CaptureGLCMRotateNN_TrainingNN_TestSensor_TabHSV

MQ-137

1

MQ-136

0.968436874

TGS 2602

0.640781563

ASM

0.019245601

IDM

1

Load Weight Bias [1]

Input NN [2]

Test Data [3]

w1[4,2] = -9.41002903819116

w1[4,3] = -3.89766403083166

w1[4,4] = 3.67914230149532

w1[5,1] = -1.54149837302798

w1[5,2] = 33.503268850578

w1[5,3] = 21.9163199061389

w1[5,4] = -11.9350376107286

w2[3,2] = 32.7654347973425

w2[3,3] = 12.3719364648565

w2[3,4] = -40.539776205617

w2[4,1] = -1.20806396191025

w2[4,2] = -28.1466508797278

w2[4,3] = -9.47990775709132

w2[4,4] = 11.389832931364

w3[3,1] = 2.79766736020144

w3[3,2] = 13.7419849393542

w3[3,3] = -15.29964389806

w3[4,1] = -16.0694604809769

w3[4,2] = -22.7591216302467

w3[4,3] = 23.2691470172466

b2[1] = -3.16855600454703

b2[2] = -21.2433239719536

b2[3] = 8.49690961626507

b2[4] = -6.78555407719093

b3[1] = -17.3970289277672

b3[2] = 2.83110006387366

b3[3] = -2.40992731281184

Output 1

1.929768058099

0

Output 2

6.755096316534

0

Output 3

0.999996118866

1

START AUTO [2] [3]

60

RESULT

Daging Sangat Busuk

Gambar 4.26 Hasil testing offline daging sangat busuk

61

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dari sistem klasifikasi tingkat kebusukan daging yang telah dilakukan, ditarik beberapa kesimpulan. Untuk standar klasifikasi pengujian daging sapi yang dilakukan digunakan lamanya waktu mulai dikeluarkan dari freezer dan dengan hasil penciuman manusia. Standar klasifikasi tersebut digunakan karena keterbatasan jenis spesies bakteri yang bisa diujikan di laboratorium, perbedaan metode perhitungan bakteri, dan media pertumbuhan bakteri. Pada pengujian *Pseudomonas* hanya bisa diujikan untuk spesies *Pseudomonas Aeruginosa* sedangkan untuk bakteri jenis ini apabila belum terdapat bercak hitam pada daging maka hasilnya akan negatif meskipun daging sesungguhnya sudah busuk. Pada pengujian bakteri *Escherichia coli* hasilnya memiliki satuan APM/g sedangkan untuk standar mutu daging yang dikeluarkan oleh SNI adalah CFU/g sebenarnya keduanya sudah sesuai dengan aturan pengujian dari SNI akan tetapi keduanya memiliki perbedaan metode dan media pertumbuhan bakteri. Pada laboratorium tempat pengujian bakteri ini hanya dapat menggunakan metode dan media pertumbuhan bakteri yang menghasilkan satuan APM/g sehingga tidak dapat dibandingkan dengan standar mutu mikrobiologis daging sapi dari SNI. Berdasarkan pengujian pada blok deret sensor gas, respon tegangan dari sensor gas dapat membedakan pola tingkat kebusukan daging terhadap 3 buah sample daging. Pada blok pengolahan citra GLCM terdapat dua fitur yaitu ASM dan IDM yang dianggap paling dapat digunakan sebagai parameter klasifikasi tingkat kebusukan daging. Selain itu pada blok intensitas cahaya, intensitas cahaya terbaik yang dapat digunakan dalam proses pengambilan citra adalah 90 lux. Dari blok konversi analog ke digital dan komunikasi serial dapat disimpulkan bahwa pembacaan ADC hasilnya cukup akurat untuk digunakan serta komunikasi serial tidak mengalami error komunikasi. Kemudian pada blok *Neural Network*, hasil klasifikasi dari *Neural*

Network memiliki tingkat keberhasilan sebesar 89% dalam mengklasifikasi tingkat kesegaran daging.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa diberikan untuk pengembangan penelitian ini adalah untuk standar klasifikasi pengujian dapat digunakan hasil uji bakteri yang dibandingkan dengan standar mutu mikrobiologis daging sapi oleh SNI dengan mengujikan bakteri di laboratorium yang dapat menguji berbagai macam jenis spesies bakteri serta menggunakan metode perhitungan bakteri dan media pertumbuhan bakteri yang sama dengan standar mutu mikrobiologis daging sapi yang dikeluarkan oleh SNI. Untuk meningkatkan keakuratan hasil klasifikasi tingkat kebusukan daging dengan cara memperbanyak data training dari neural network. Kemudian untuk proses mencari pola yang bisa merespon proses pembusukan daging sehingga dapat dijadikan parameter, dapat digunakan fitur lain dalam pengolahan citra GLCM, serta dengan menggunakan metode kecerdasan buatan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, R. B. (2015). *Isolation, Identification and Application of Antimicrobial Interventions Against Gas-Producing Spoilage Organisms Associated with Raw Beef Products*. Disertasi. Bachelor of Technology in Biotechnology. Kathmandu University. Dhulikhel.
- Adi, K., Pujiyanto, S., Nurhayati, O.D., Pamungkas, A. (2015), “Beef Quality Identification using Color Analysis and K-Nearest Neighbor Classification”, *Pocceedings of 4th International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, Bandung.
- Atmel. (2016), “8-bit AVR Microcontrollers.” http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf, Diakses tanggal 4 Desember 2015.
- Chen, D., Ye, S., Weng, X., Tong, J., Chang, Z. (2014), “Artificial Olfactory System Technology On Chicken Freshness Detection”, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 461, hal. 801-808.
- Cilimkovic, M. (2010). *Neural Network and Back Propagation Algorithm*. Institut of Technology Blanchardstown. Ireland.
- Frausto, J.J.P., Marquez, L.G.C., Salgado, L.M., Iturriaga, M.H., Medrano, S.M.A. (2015), “Detection and Genotyping of *Leuconostoc*spp. in a Sausage Processing Plant”, *Journal of Food Protection*, Vol. 78, No. 12, hal. 2170–2176.
- Guan, X., Liu, J., Huang, Q., L. A. (2013), “Assessing the Freshness of Meat by Using Quantum-Behaved Particle Swarm Optimization and Support Vector Machine”, *Journal of Food Protection*, Vol. 76, No. 11, hal. 1916–1922.
- Guci, M. T. (2015), “Ditemukan Kontainer Pendingin Berisi Daging Sapi Busuk di Bandung”, *Jabar.tribunnews.com*, <http://jabar.tribunnews.com/2015/07/03/ditemukan-kontainer-pendingin-berisi-daging-sapi-busuk-di-bandung>, Diakses tanggal 10 Januari 2016.
- Harianto, Rivai, M., Purwanto, D. (2013), “Implementation of Electronic Nose in Omni-directional Robot”, *IJECE*, Vol. 3, No. 3, hal. 399-406.
- Hasan, N.U., Ejaz, N., Ejaz, W., Kim, H.S. (2012), “Meat and Fish Freshness Inspection System Based on Odor Sensing”, *Sensors*, Vol. 12, hal. 15542-15557.

- Herlyviana, D. E., Ramadhani, P. A., Marsha, P. A. (2014), *Dasar Komunikasi Data*, Makalah Sistem Telekomunikasi. Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom.
- Hidayat, N. (2015), “Ratusan Daging Busuk Ditemukan di Jombang”, *Metrotvnews.com*, <http://jatim.metrotvnews.com/read/2015/07/03/409824/ratusan-daging-busuk-ditemukan-di-jombang>, Diakses tanggal 10 Januari 2016.
- Indrapraja, A. R., Rivai, M. Arifin, A., Purwanto, D. (2017), “The detection of Organic Solvent Vapor using Polimer Coated Chemocapacitor Sensor”, *Journal of Physics*, No. 853, hal. 1-5.
- Javed, S., Jha, S., Sajid, H., Kumar, V. (2015), “Speed Control of Separately Excited DC Motor using Chopper”, *IJSRMS*, Vol. 3, No. 1, hal. 80-87.
- Jindal, V. (2006), “PC-to-PC communication via RS-232”, *Electronic World and Wireless World*, <https://www.researchgate.net/publication/256537289>, Diakses tanggal 15 Desember 2017.
- Julia, S. (2011). *Studi Pengaruh Doping Sn Pada Lapisan Tipis ZnO Sebagai Sensor Gas Volatile Organic Compounds: Ethanol dan Isopropyl Alcohol*. Thesis. Departemen Teknik Fisika ITB. Bandung.
- Juneni. (2015). *Label Pendeteksi Escherichia Coli dari Indikator Warna Methyl Red*. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kadir, A. 2013. *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi*. 1st ed. Andi Offset. Yogyakarta.
- Kalschne, D.L., Womer, R., Mattana, A., Sarmento, C.M.P., Colla, L.M., Colla, E. (2015), “Characterization of the spoilage lactic acid bacteria in sliced vacuum-packed cooked ham”, *Brazilian Journal of Microbiology* 46, Vol.1, hal. 173-181.
- Marzuarman, Rivai, M., Sardjono, T. A., Purwanto, D. (2017), “Investigation of michelson interferometer for volatile organic compound sensor”, *Journal of Physics*, No.853, hal. 1-4.
- Panigrahi, S., Chang, Y., Khot, L.R., Glower, J., Logue, C.M. (2008), “Integrated Electronic Nose System for Detection of Salmonella Contamination in Meat”, *IEEE Sensors Applications Symposium Atlanta, GA*.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2015 *Pedoman Cara Ritel Pangan Yang Baik di Pasar Tradisional*. 27 April 2015. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 631. Jakarta.

- Phan, N.T., Kim, K.H., Jeon, E.C., Kim, U.H., Sohn, J.R., Pandey, S.K. (2012), "Analysis of Volatile Organic Compounds Released During Food Decaying Processes", *Environ Monit Assess*, Vol. 184, hal. 1683–1692.
- Pramunendar, R. A., Supriyanto, C., Novianto, H., Yuwono, I. N., Shidik, G. F., Andono, P. N. (2013), "A Classification Method of Coconut Wood Quality Based on Gray Level Co-Occurrence Matrices," *International Conference on ROBIONETICS Yogyakarta*, pp. 254-257.
- Putra, T. W. A. (2013). *Pengenalan Wajah dengan Matriks Kookurensi Aras Keabuan dan Jaringan Syaraf Tiruan Probabilistik*. Tesis. Magister Sistem Informasi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Radi, Rivai, M., Purnomo, M. H. (2015), "Combination of First and Second Order Statistical Features of Bulk Grain Image for Quality Grade Estimation of Green Coffee Bean", *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 10, No. 18, hal. 8165-8174.
- Rahmad, R. (2008), "Tempat Pengolahan Daging Busuk Digerebeg", *Liputan6.com*, http://www.liputan6.com/news/?id=165104&c_id=2, Diakses tanggal 25 Desember 2016.
- Ray, B. 2005. *Fundamental Food Microbiology*. 3rd ed. CRC Press. London.
- Raza, K. M., Kamil, M., Kumar, P. (2016), "Speed Control of DC Motor by using PWM", *IJARCCCE*, Vol. 5, No. 4, hal. 307-309.
- Rivai, M. Rendyansyah, Purwanto, D. (2015), "Implementation of Fuzzy Logic Control in Robot Arm for Searching Location of Gas Leak", *ISITIA*, hal. 69-74.
- Anonim. (2011), "Ambient Light Sensor IC Series." http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/bh1750-light-sensor/bh1750fvi-e_datasheet.pdf, Diakses tanggal 4 Desember 2015.
- Simamora, J. (2017). *Design of Meat Freshness Detection System based on Smell and Color Sensor*. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- SNI 3932:2008 *Mutu Karkas dan Daging Sapi*. 7 Juli 2008. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Soeparno. 2015. *Ilmu dan Teknologi Daging*. 2nd ed. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suaramerdeka. (2014), "Ditemukan Daging Busuk dan Gelonggongan di Temanggung", *Suaramerdeka.com*, <http://berita.suaramerdeka.com/ditemukan-daging-busuk-dan-gelonggongan-di-temanggung/>, Diakses tanggal 25 Desember 2016.

- Tribunjateng. (2016), “18 Kilogram Daging Ayam dan Daging Sapi Busuk Dijual di Carrefour”, *Tribunjateng.com*, <http://jateng.tribunnews.com/2016/04/01/18-kilogram-daging-ayam-dan-daging-sapi-busuk-dijual-di-carrefour>, Diakses tanggal 8 Januari 2016.
- Widyantara, H., Rivai, M., Purwanto, D. (2012), “Neural Network for Electronic Nose using Field Programmable Analog Arrays”, *IJECE*, Vol. 2, No. 6, hal. 739-747.

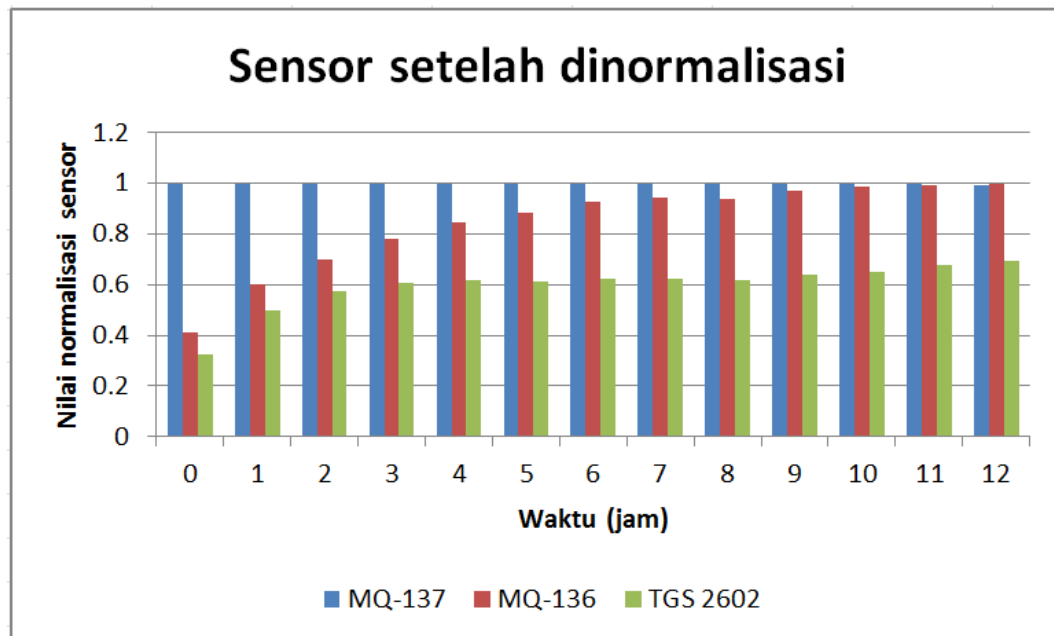
LAMPIRAN

Lampiran 1

Lampiran 1 berisi tentang data percobaan sensor gas.

Tabel 1. Data sensor sampel daging 1 dari 0-12 jam

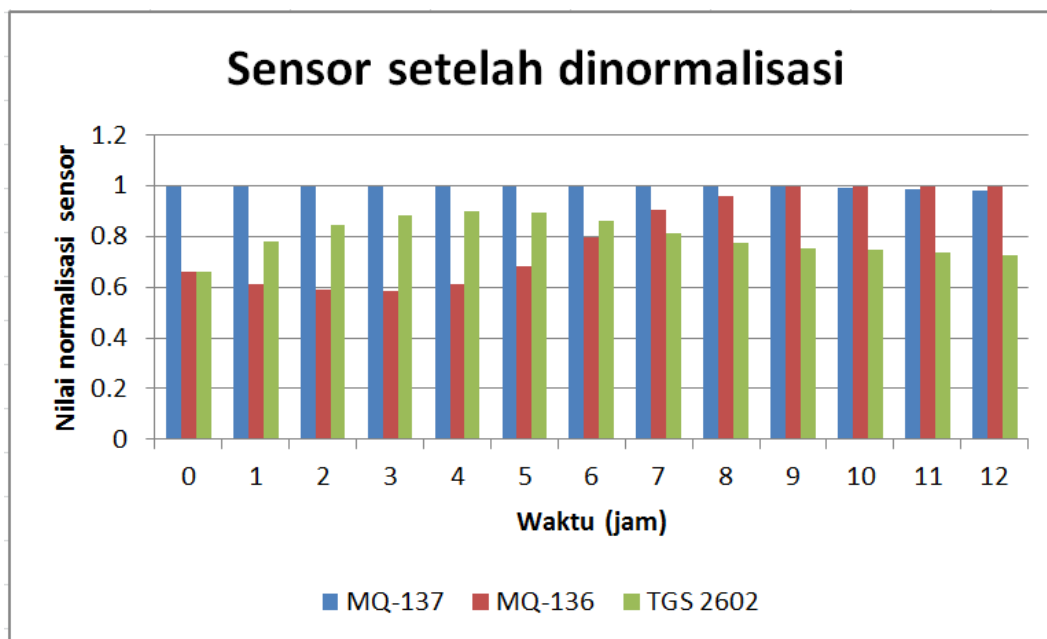
Waktu (jam)	MQ-137 (volt)	MQ-136 (volt)	TGS 2602 (volt)
0	2.235	0.925	0.72
1	2.376666667	1.423333333	1.186666667
2	2.488333333	1.736666667	1.425
3	2.606666667	2.028333333	1.586666667
4	2.738333333	2.321666667	1.693333333
5	2.898333333	2.563333333	1.778333333
6	3.038333333	2.825	1.893333333
7	3.136666667	2.961666667	1.958333333
8	3.256666667	3.063333333	2.005
9	3.326666667	3.221666667	2.131666667
10	3.391666667	3.341666667	2.206666667
11	3.501666667	3.481666667	2.38
12	3.61	3.643333333	2.531666667



Gambar 1. Pola deret sensor gas sampel daging 1 pada proses pembusukan daging

Tabel 2. Data sensor sampel daging 2 dari 0-12 jam

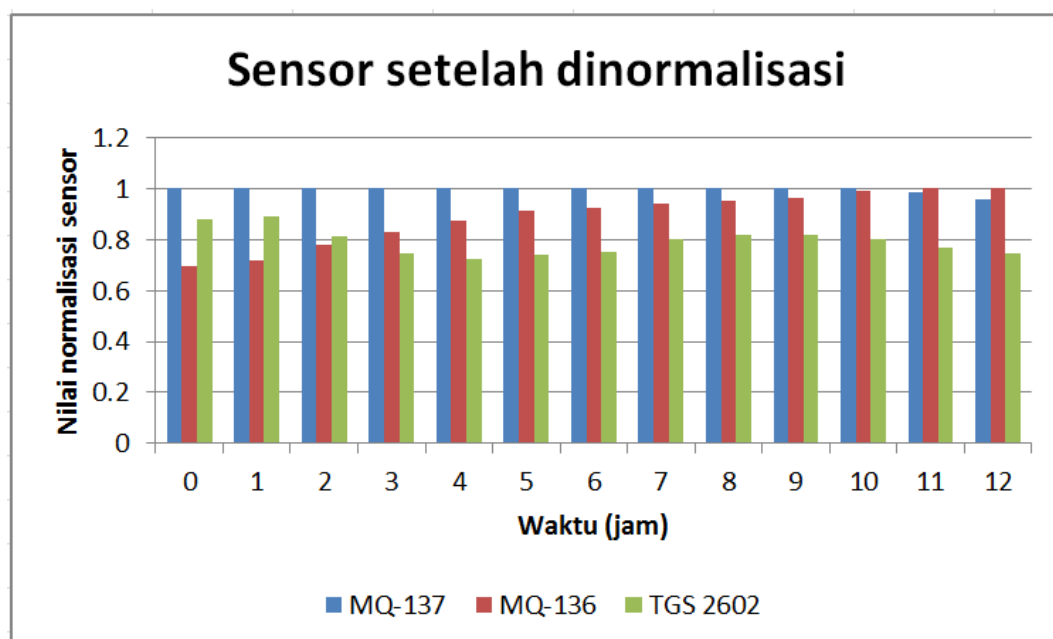
Waktu (jam)	MQ-137 (volt)	MQ-136 (volt)	TGS 2602 (volt)
0	2.198333	1.451667	1.458333
1	2.221667	1.355	1.728333
2	2.228333	1.32	1.89
3	2.266667	1.33	2.003333
4	2.336667	1.435	2.108333
5	2.465	1.688333	2.206667
6	2.713333	2.166667	2.336667
7	3.003333	2.721667	2.436667
8	3.243333	3.116667	2.511667
9	3.435	3.423333	2.595
10	3.528333	3.551667	2.663333
11	3.636667	3.688333	2.725
12	3.698333	3.761667	2.74



Gambar 2. Pola deret sensor gas sampel daging 2 pada proses pembusukan daging

Tabel 3. Data sensor sampel daging 3 dari 0-12 jam

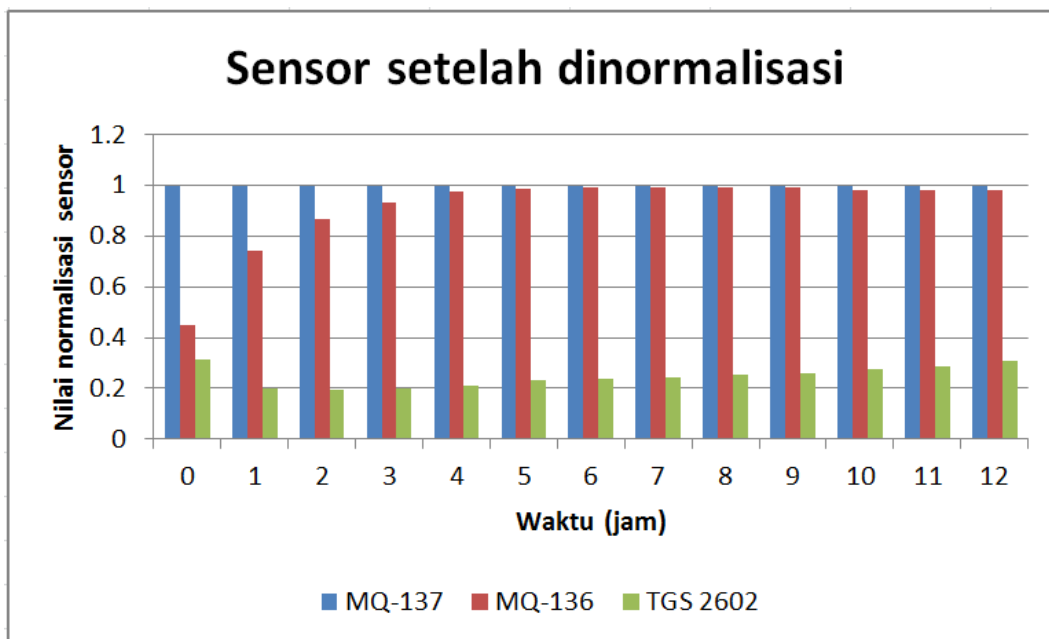
Waktu (jam)	MQ-137 (volt)	MQ-136 (volt)	TGS 2602 (volt)
0	2.628	1.822	2.316
1	2.818	2.028	2.51
2	3.04	2.368	2.466
3	3.252	2.694	2.416
4	3.358	2.942	2.428
5	3.39	3.09	2.508
6	3.398	3.144	2.554
7	3.384	3.182	2.708
8	3.416	3.242	2.79
9	3.538	3.398	2.9
10	3.706	3.664	2.97
11	3.89	3.948	3.026
12	4.032	4.2225	3.14



Gambar 3. Pola deret sensor gas sampel daging 3 pada proses pembusukan daging

Tabel 4. Data sensor sampel daging 4 dari 0-12 jam

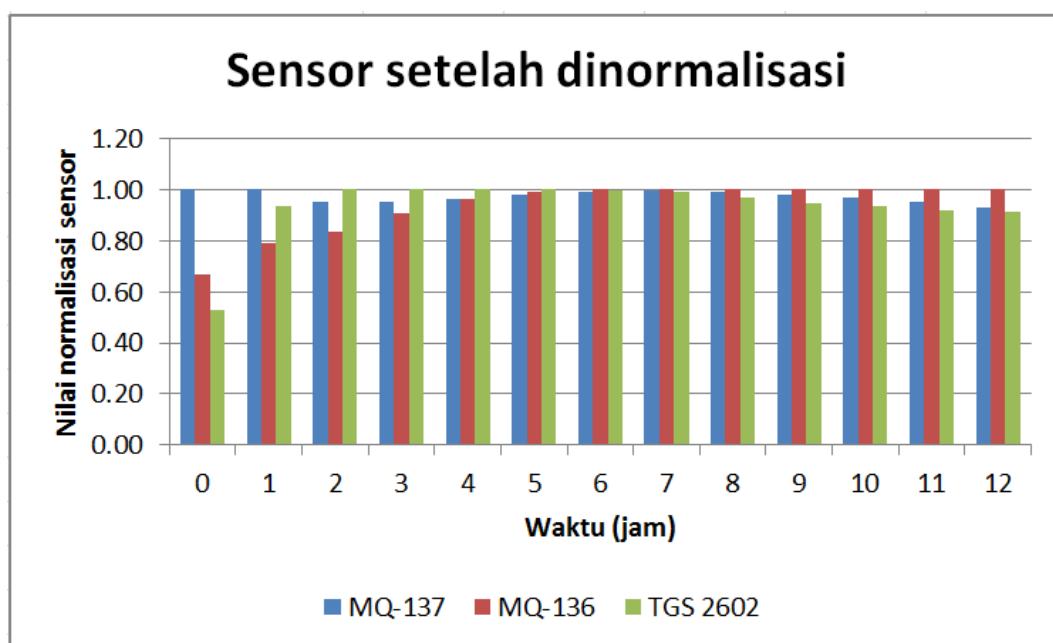
Waktu (jam)	MQ-137 (volt)	MQ-136 (volt)	TGS 2602 (volt)
0	2.08	0.94	0.65
1	2.59	1.92	0.52
2	2.9	2.51	0.56
3	3.17	2.96	0.63
4	3.39	3.3	0.72
5	3.56	3.52	0.82
6	3.64	3.62	0.87
7	3.76	3.73	0.92
8	3.87	3.83	0.98
9	3.92	3.88	1.01
10	3.92	3.84	1.09
11	3.98	3.9	1.15
12	4.02	3.94	1.23



Gambar 4. Pola deret sensor gas sampel daging 4 pada proses pembusukan daging

Tabel 5. Data sensor sampel daging 5 dari 0-12 jam

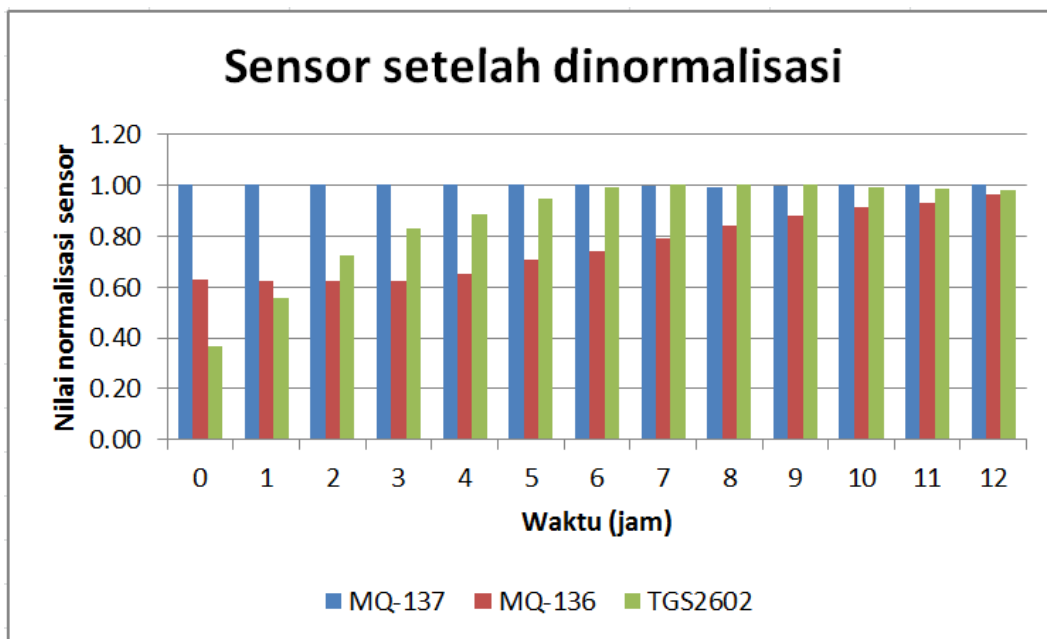
Waktu (jam)	MQ-137 (volt)	MQ-136 (volt)	TGS 2602 (volt)
0	2.09	1.4	1.11
1	2.34	1.85	2.19
2	2.63	2.31	2.77
3	3.00	2.87	3.16
4	3.30	3.3	3.42
5	3.52	3.56	3.59
6	3.68	3.71	3.7
7	3.80	3.82	3.78
8	3.92	3.96	3.83
9	3.99	4.08	3.86
10	4.03	4.17	3.9
11	4.06	4.27	3.92
12	4.06	4.36	3.97



Gambar 5. Pola deret sensor gas sampel daging 5 pada proses pembusukan daging

Tabel 6. Data sensor sampel daging 6 dari 0-12 jam

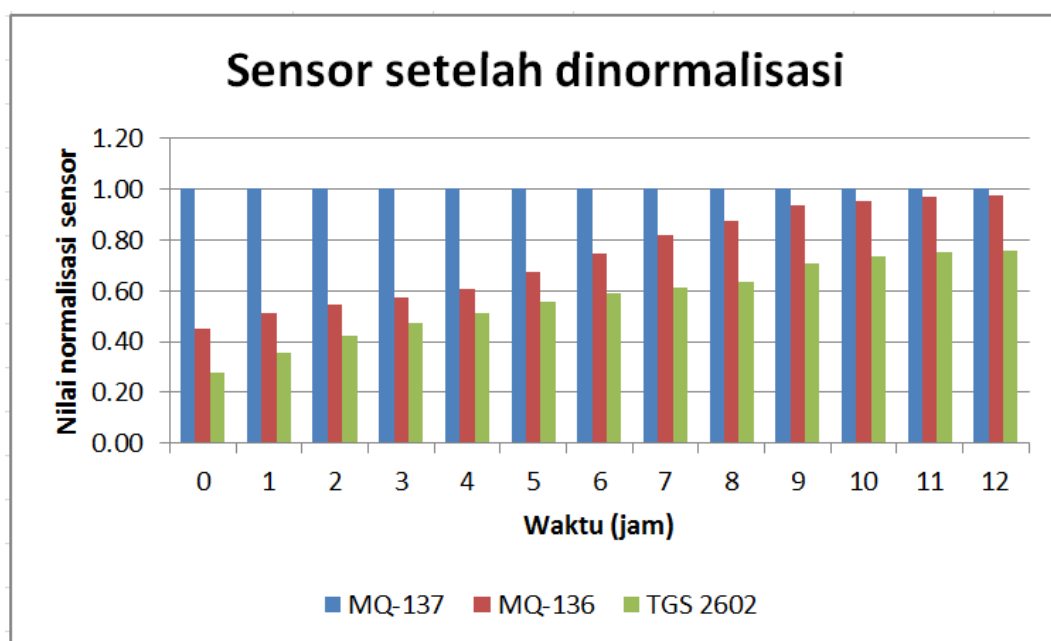
Waktu (jam)	MQ-137 (volt)	MQ-136 (volt)	TGS 2602 (volt)
0	2.60	1.63	0.96
1	2.59	1.62	1.44
2	2.59	1.62	1.87
3	2.61	1.62	2.16
4	2.65	1.73	2.35
5	2.72	1.92	2.58
6	2.79	2.07	2.77
7	2.87	2.27	2.88
8	2.97	2.51	2.99
9	3.05	2.69	3.06
10	3.16	2.88	3.13
11	3.24	3.02	3.19
12	3.30	3.18	3.23



Gambar 6. Pola deret sensor gas sampel daging 6 pada proses pembusukan daging

Tabel 7. Data sensor sampel daging 7 dari 0-12 jam

Waktu (jam)	MQ-137 (volt)	MQ-136 (volt)	TGS 2602 (volt)
0	2.42	1.09	0.67
1	2.50	1.28	0.89
2	2.53	1.38	1.07
3	2.59	1.49	1.22
4	2.67	1.62	1.37
5	2.77	1.86	1.54
6	2.92	2.18	1.72
7	3.09	2.52	1.89
8	3.25	2.84	2.06
9	3.44	3.22	2.44
10	3.48	3.32	2.56
11	3.52	3.4	2.64
12	3.55	3.45	2.69

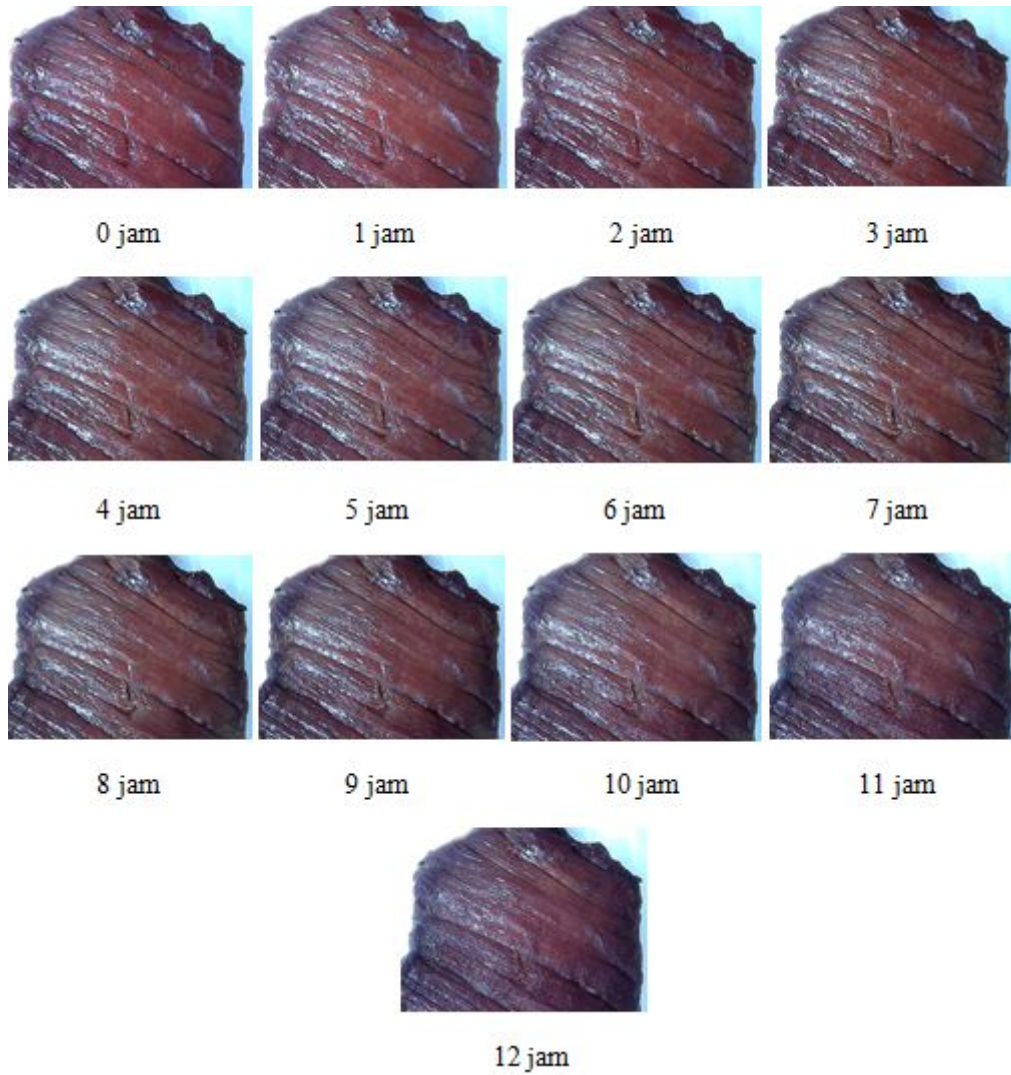


Gambar 7. Pola deret sensor gas sampel daging 7 pada proses pembusukan daging

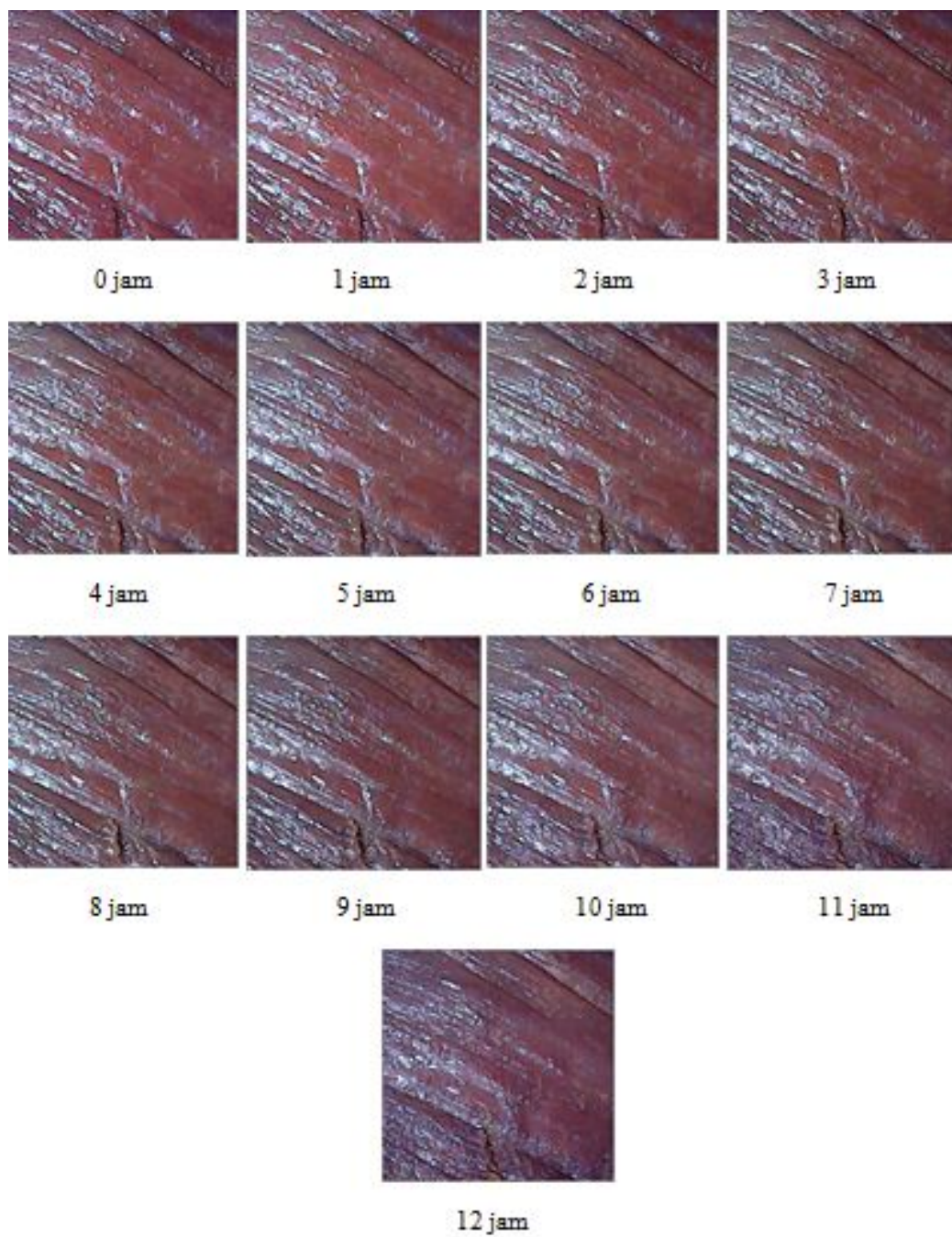
Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 2

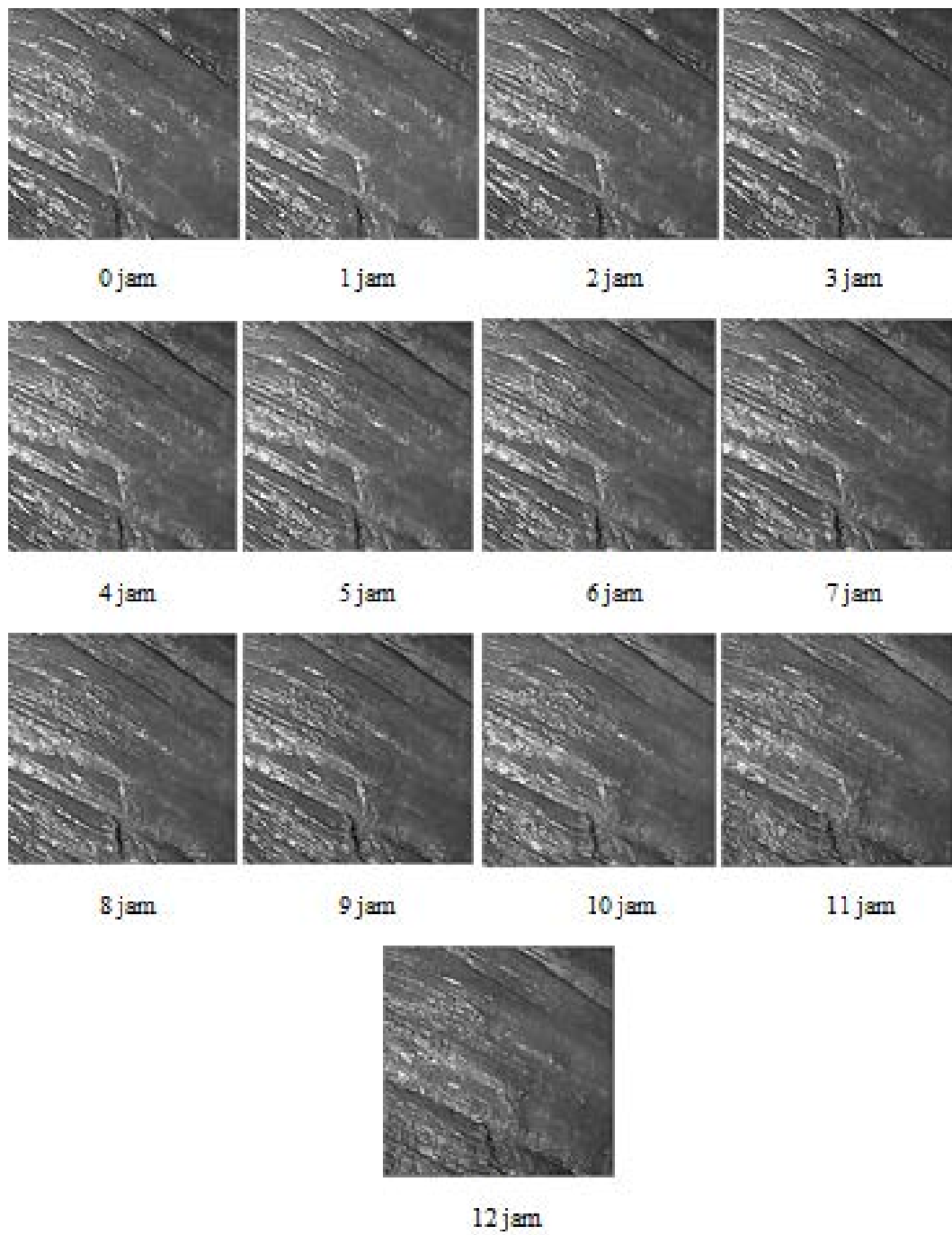
Lampiran 2 berisi tentang data percobaan pengolahan citra mulai dari citra utuh, citra cropping, dan data hasil ekstraksi fitur GLCM.



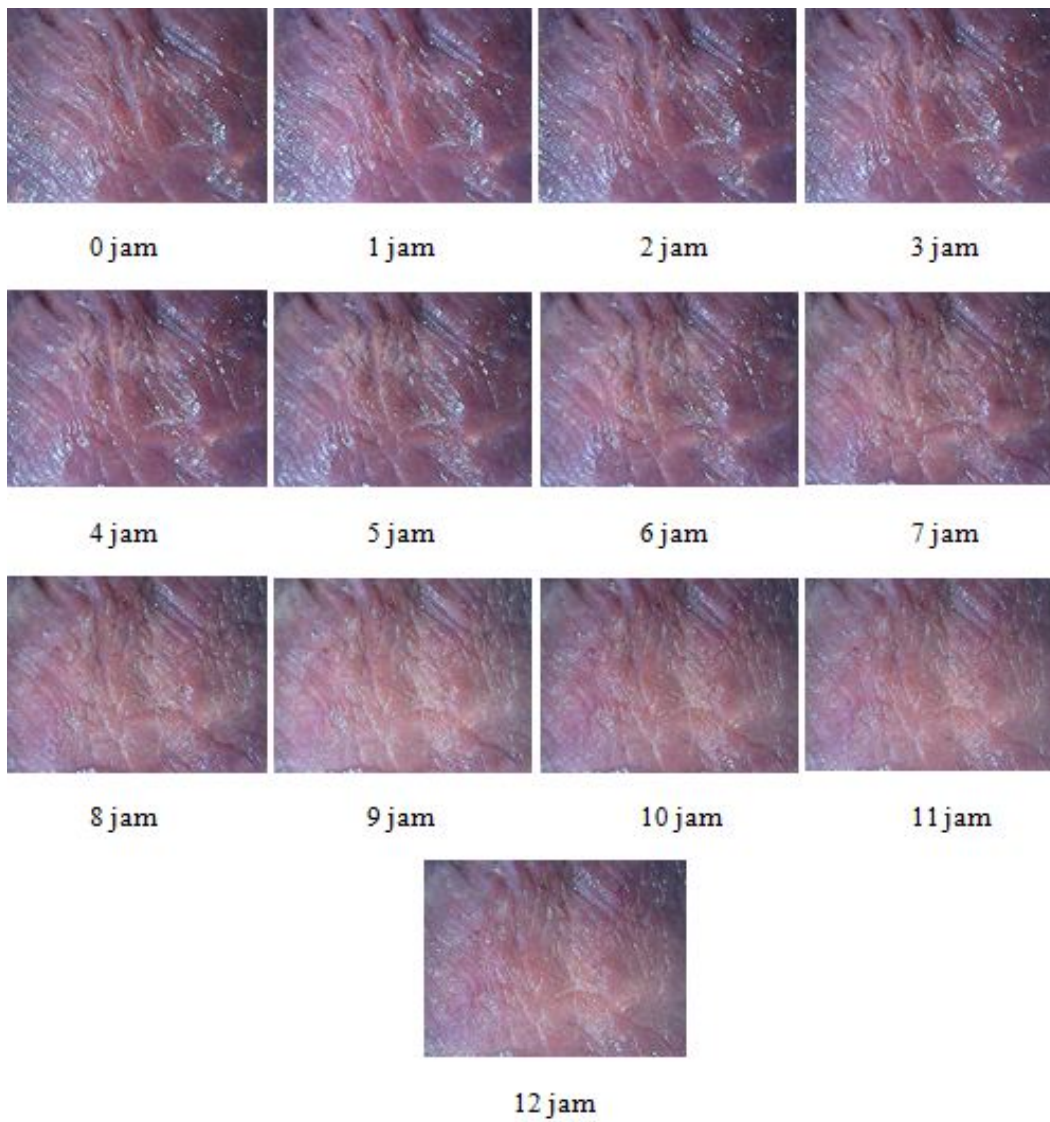
Gambar 8. Foto daging sampel 1



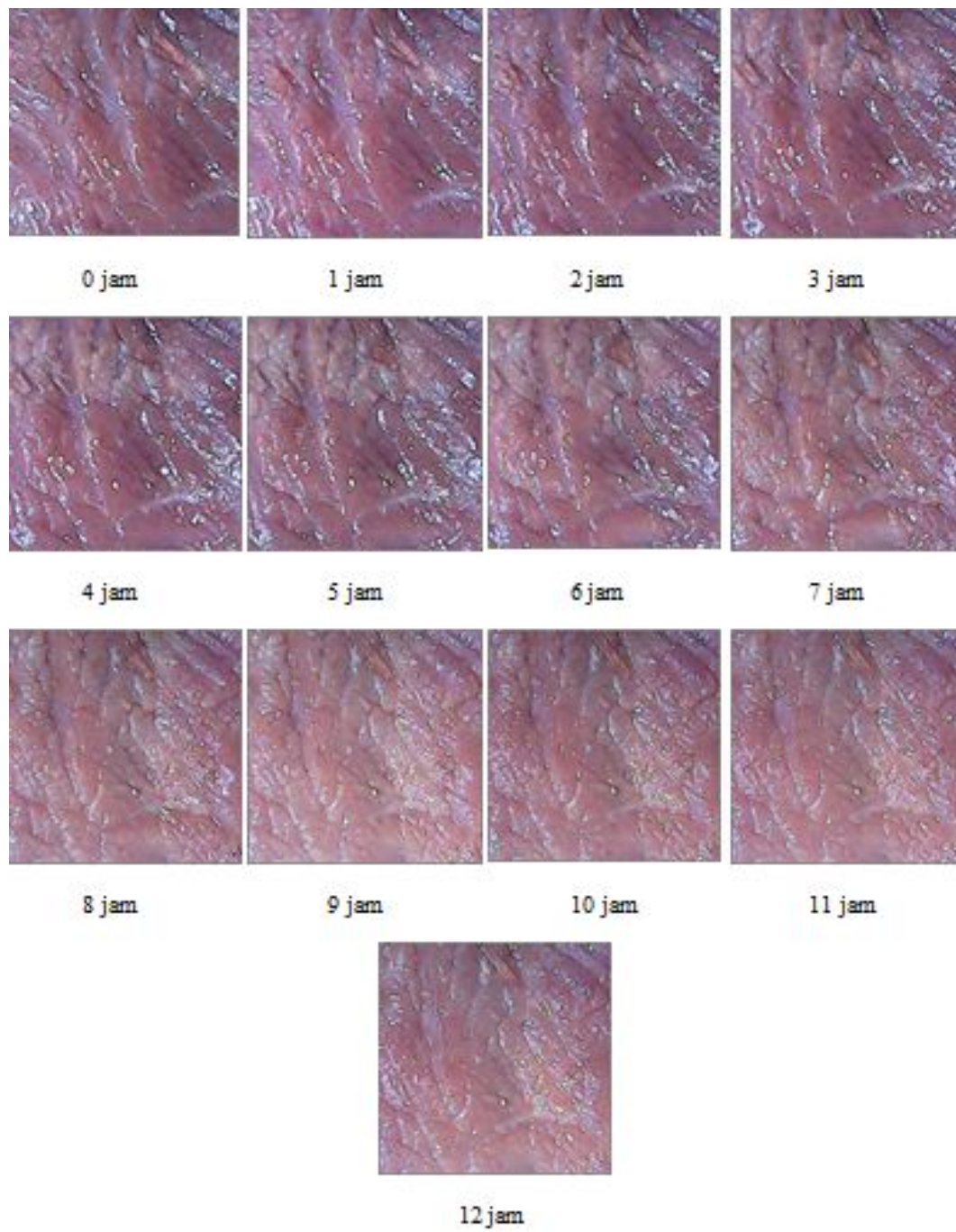
Gambar 9. Cropping daging sampel 1



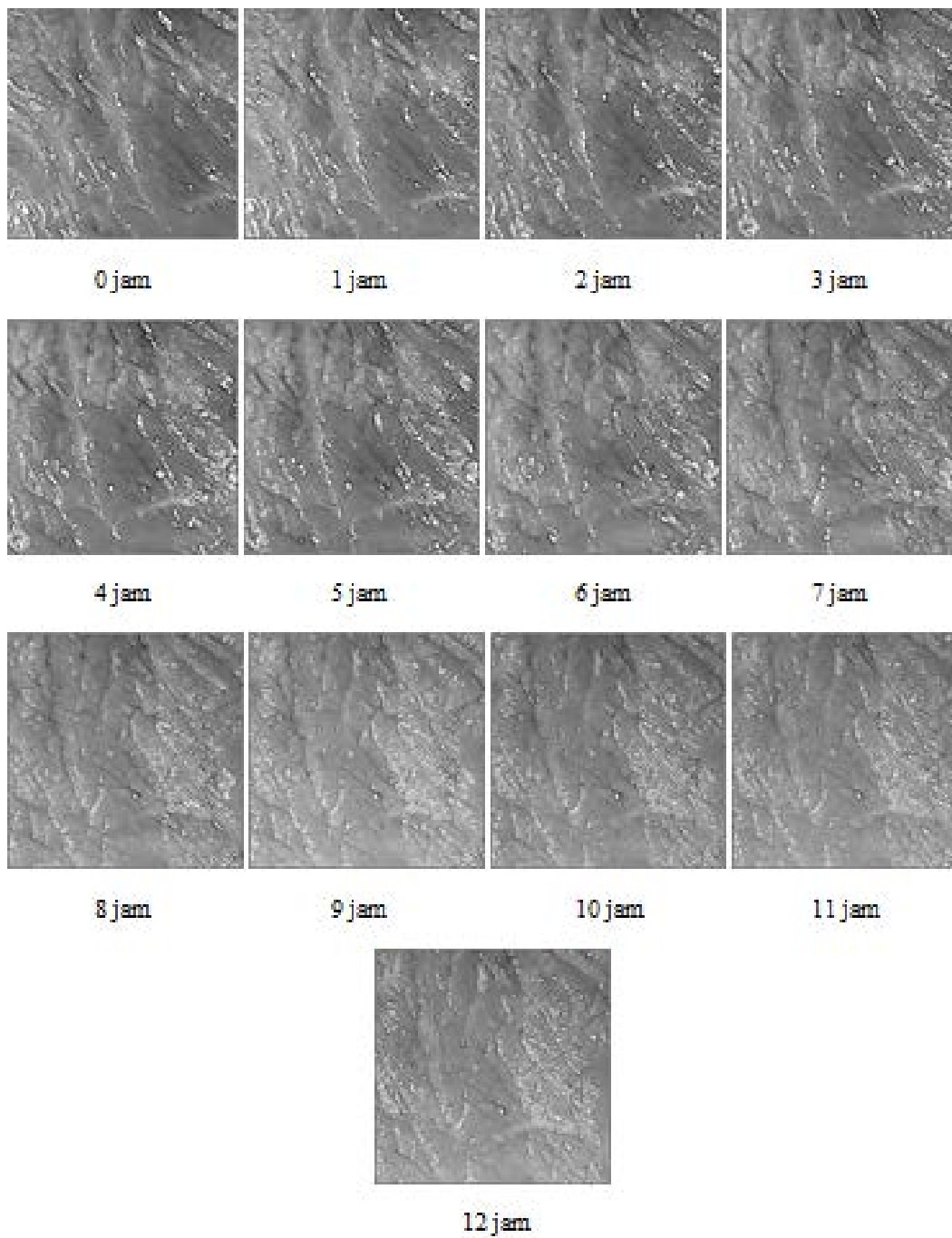
Gambar 10. Grayscale daging sampel 1



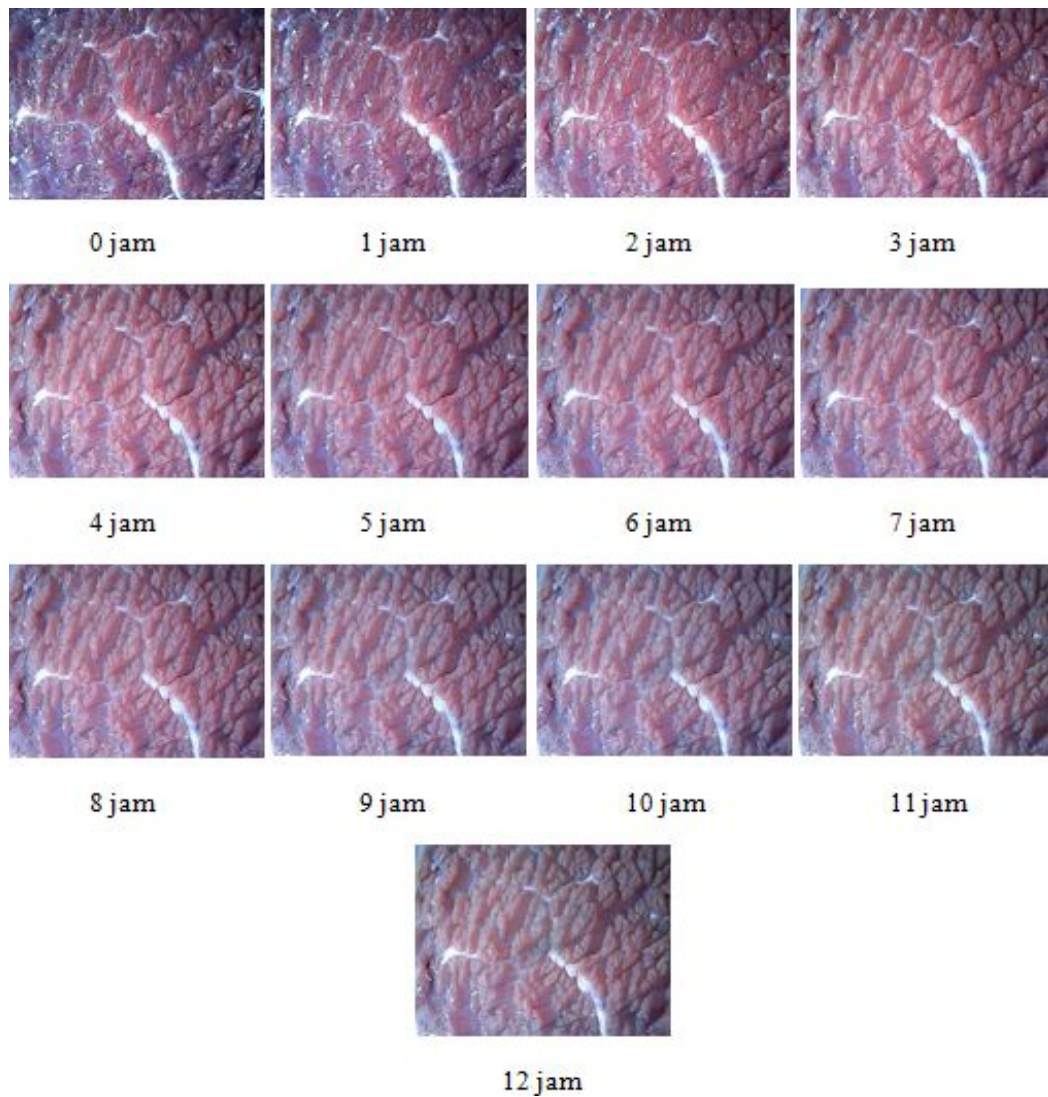
Gambar 11. Foto daging sampel 5



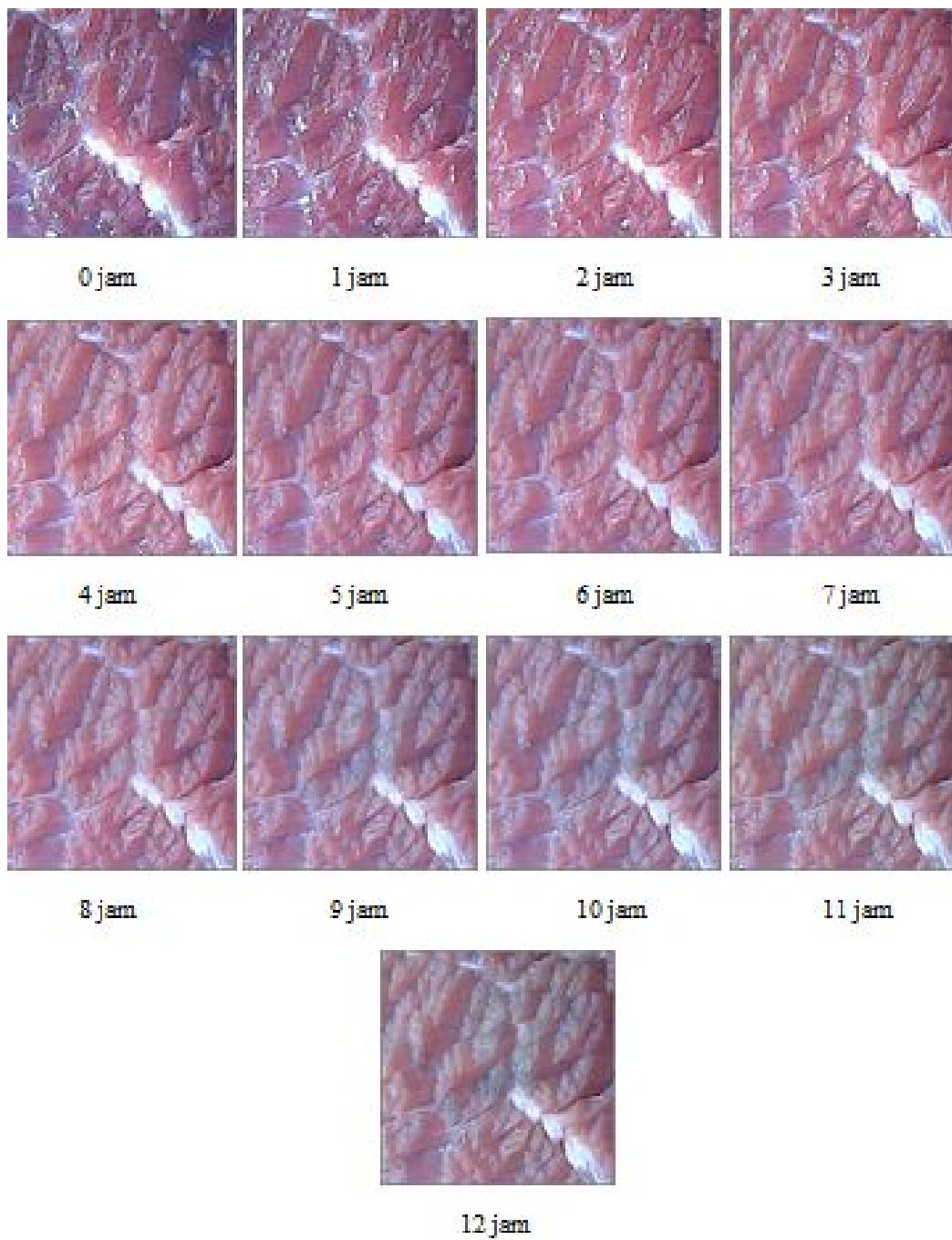
Gambar 12. Cropping daging sampel 5



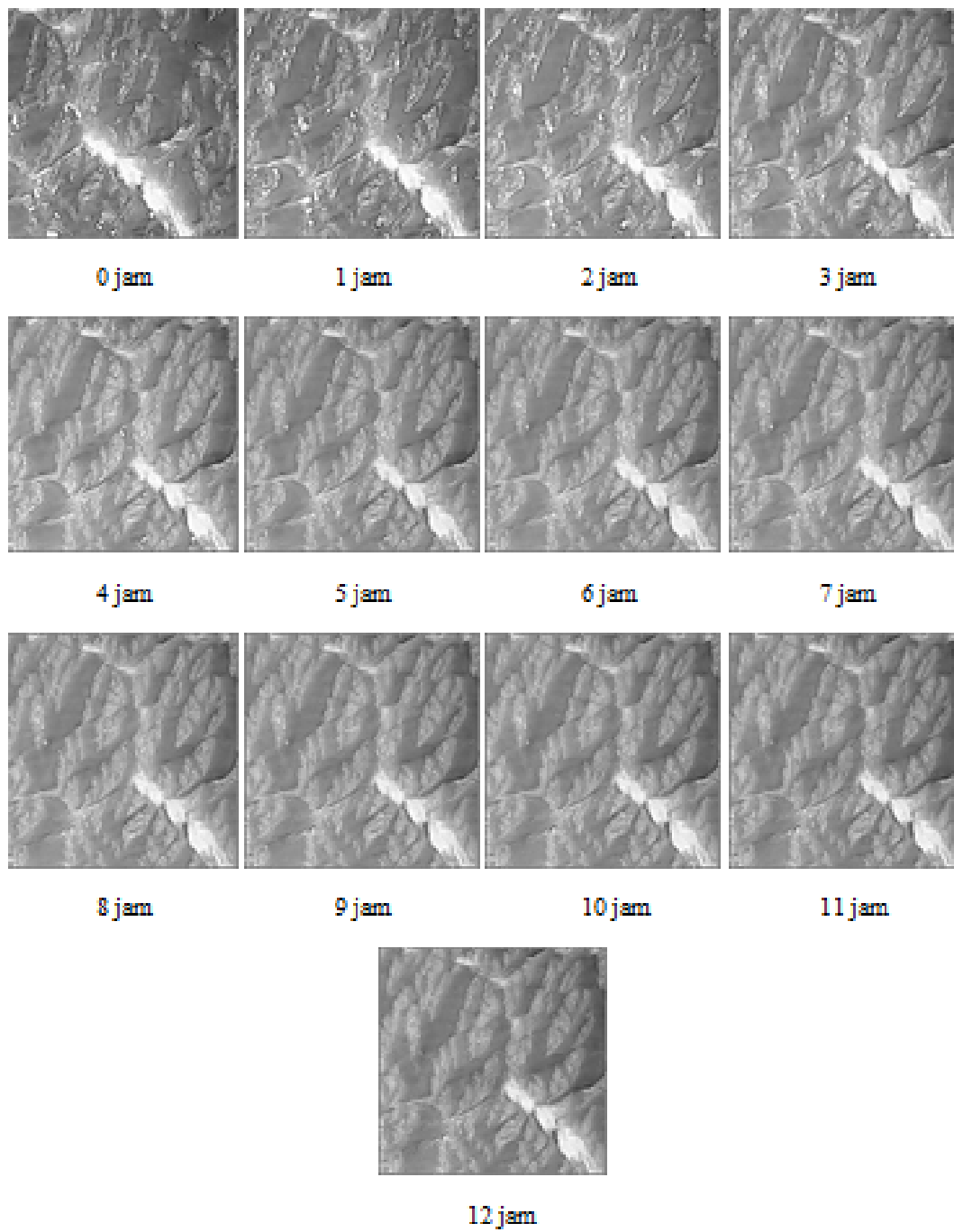
Gambar 13. Grayscale daging sampel 5



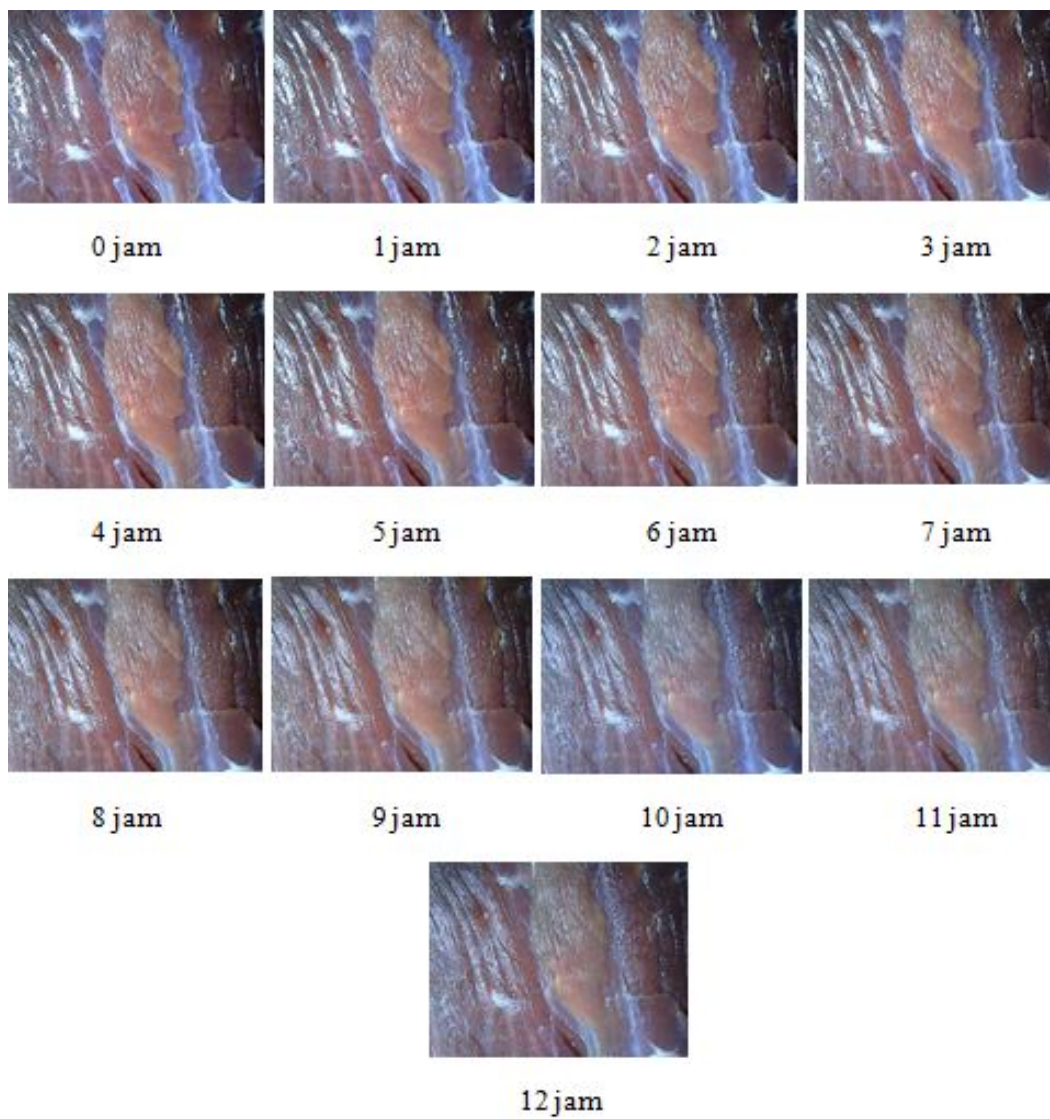
Gambar 14. Foto daging sampel 7



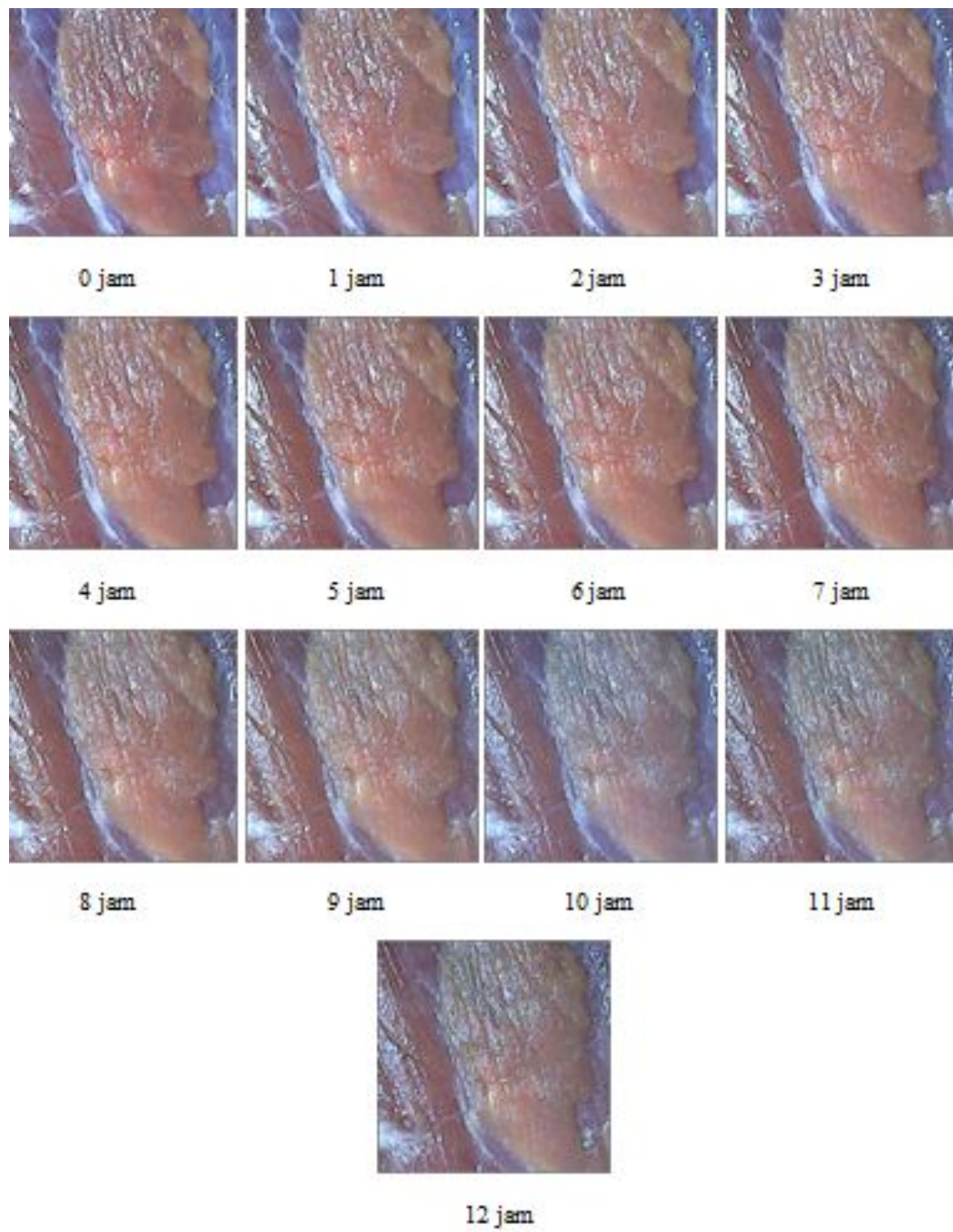
Gambar 15. Cropping daging sampel 7



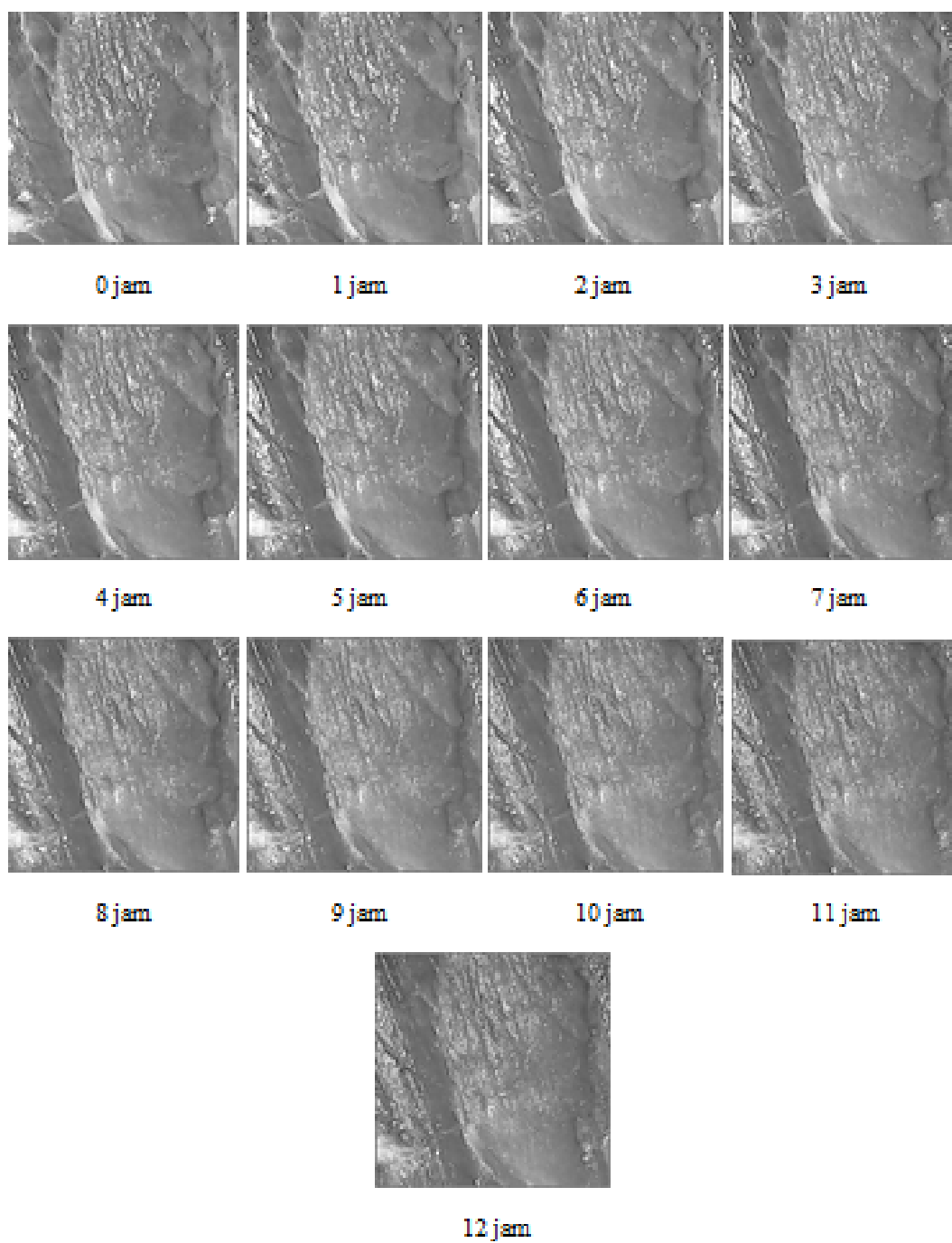
Gambar 16. Grayscale daging sampel 7



Gambar 17. Foto daging sampel 9



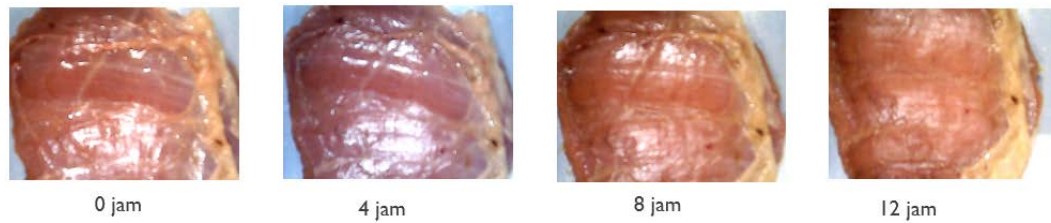
Gambar 18. Cropping daging sampel 9



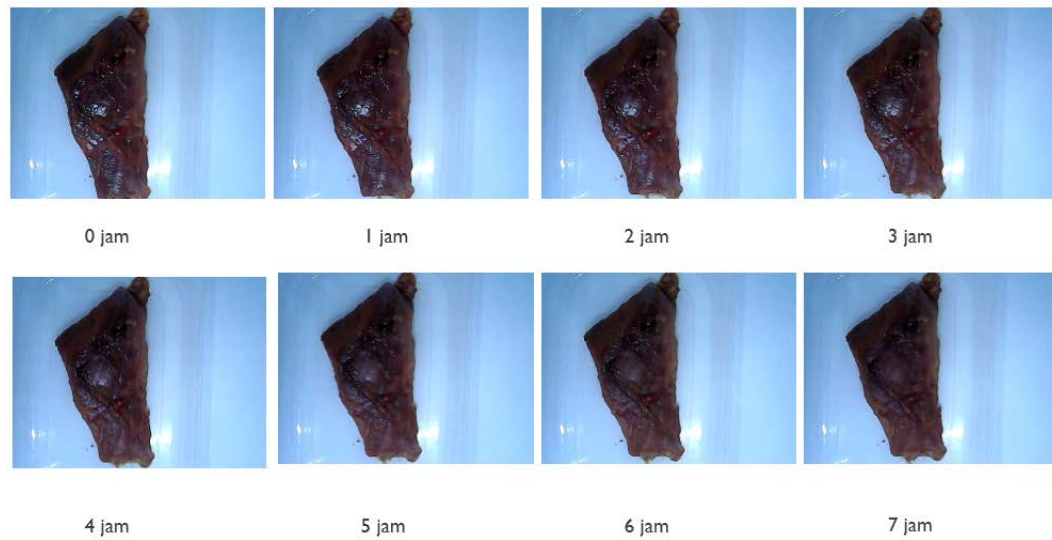
Gambar 19. Grayscale daging sampel 9

Lampiran 3

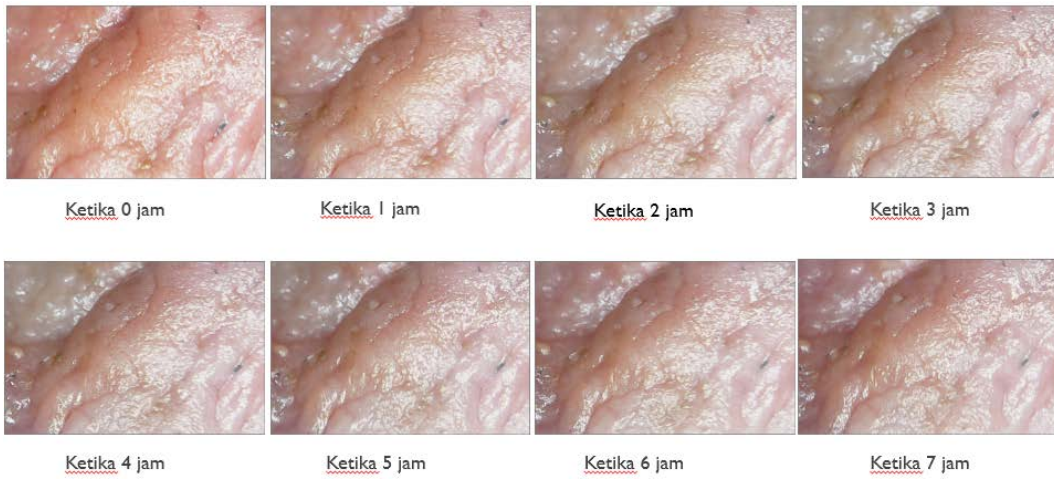
Lampiran 3 berisi tentang data percobaan gagal untuk menuju penelitian yang diinginkan.



Gambar 20. Data daging dari kamera webcam jarak kurang dari 10 cm



Gambar 21. Data daging dari kamera webcam jarak 28 cm



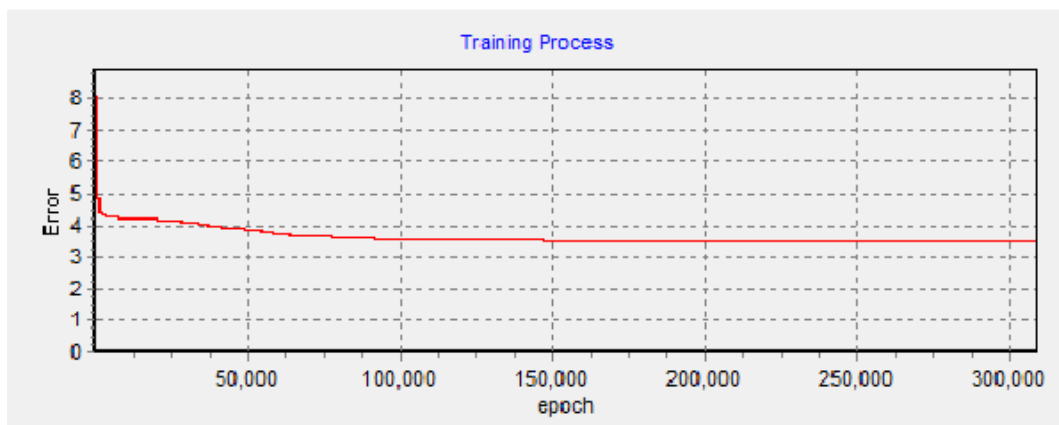
Gambar 22. Data daging dari kamera mikroskop

Lampiran 4

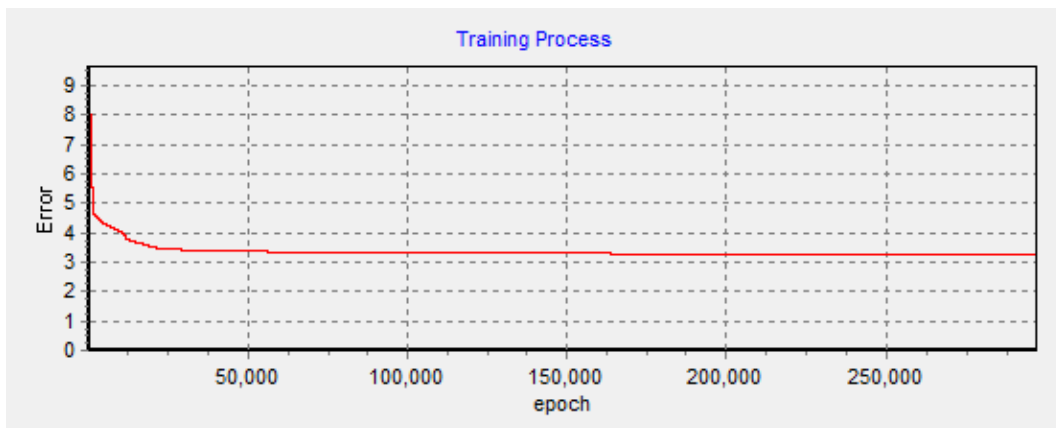
Lampiran 4 berisi grafik error dan proses training Neural Network dari beberapa berbagai input.



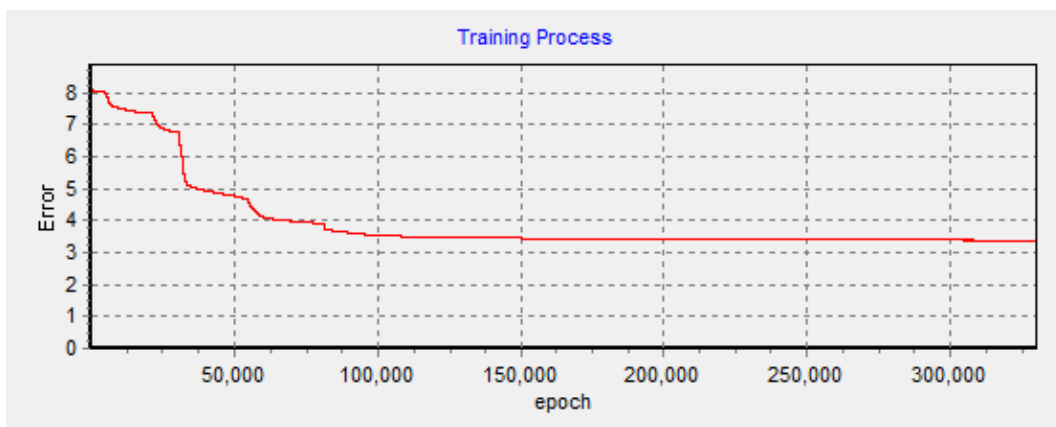
Gambar 23. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-137



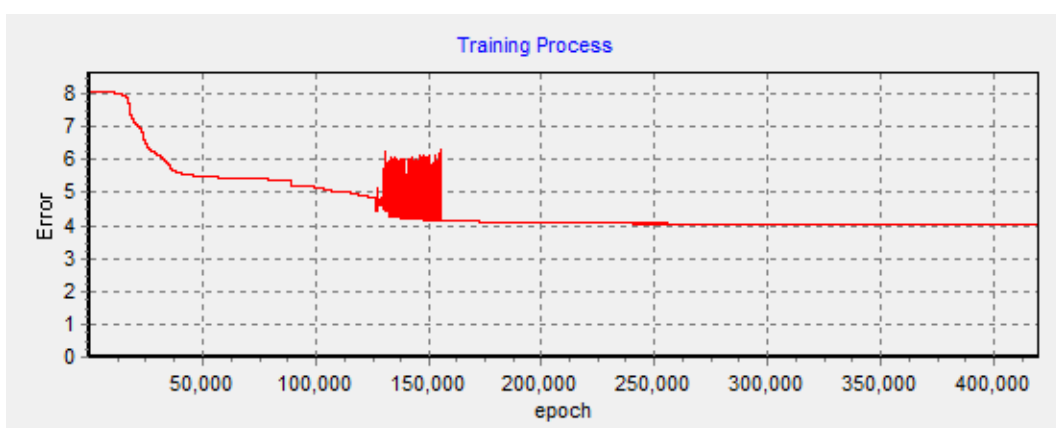
Gambar 24. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-136



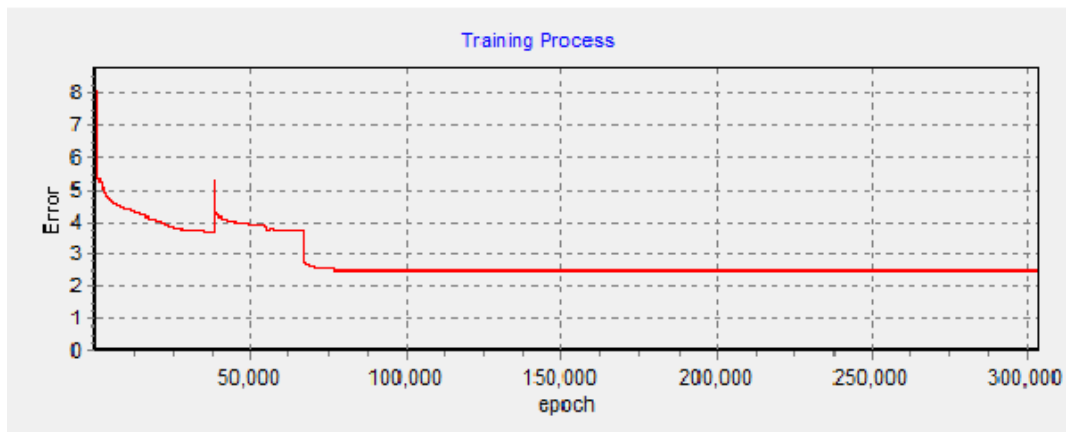
Gambar 25. Grafik error training Neural Network dengan input TGS2602



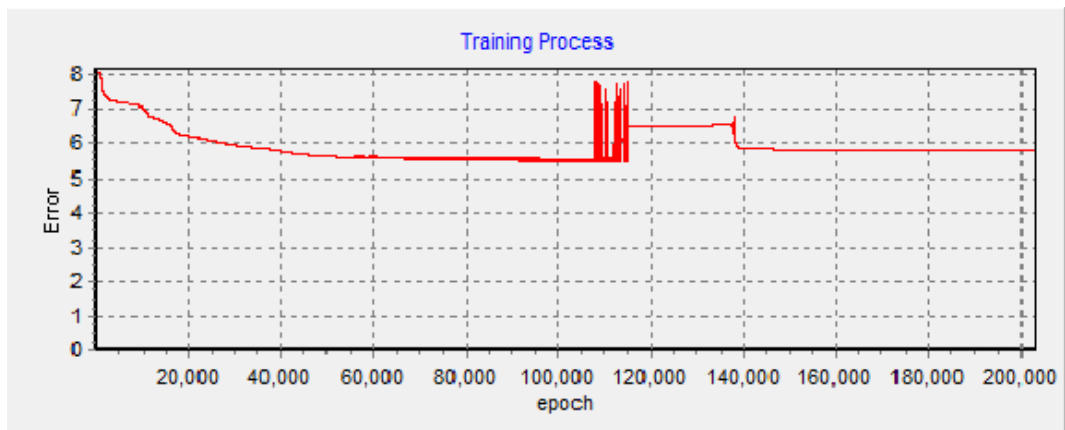
Gambar 26. Grafik error training Neural Network dengan input ASM



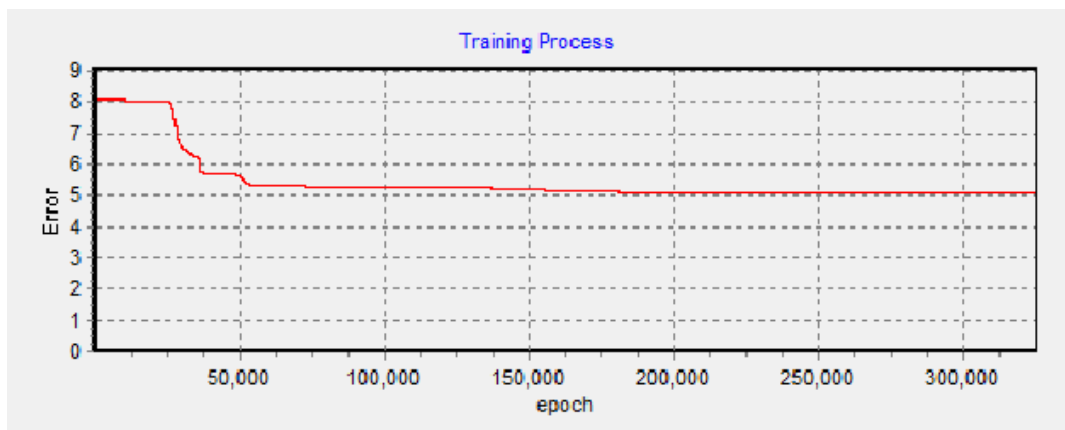
Gambar 27. Grafik error training Neural Network dengan input IDM



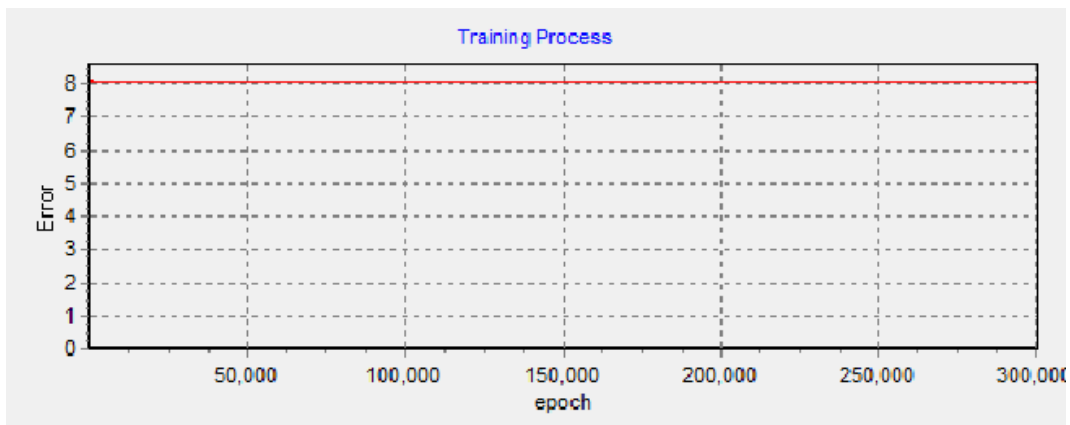
Gambar 28. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-137 dan MQ-136



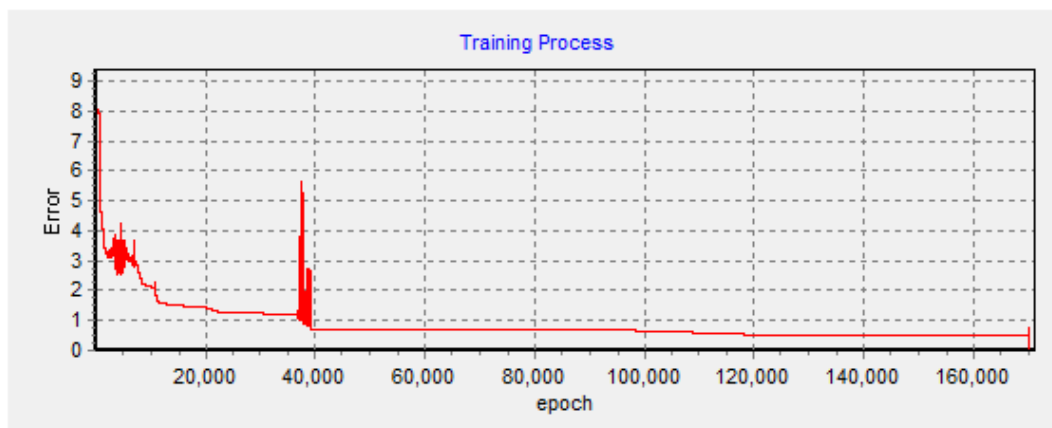
Gambar 29. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-136 dan TGS202



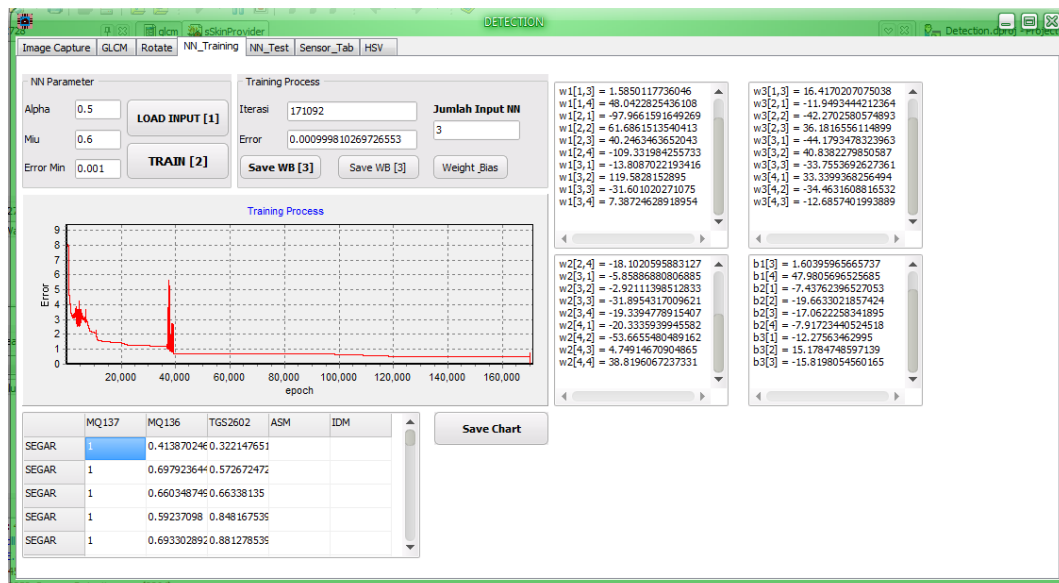
Gambar 30. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-137 dan TGS2602



Gambar 31. Grafik error training Neural Network dengan input ASM dan IDM



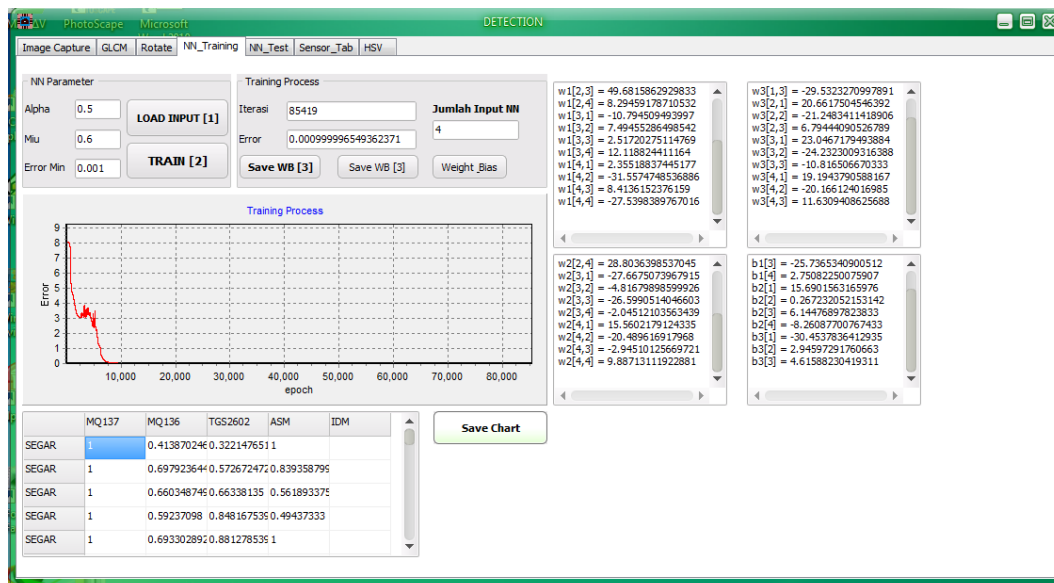
Gambar 32. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-137, MQ-136, dan TGS2602



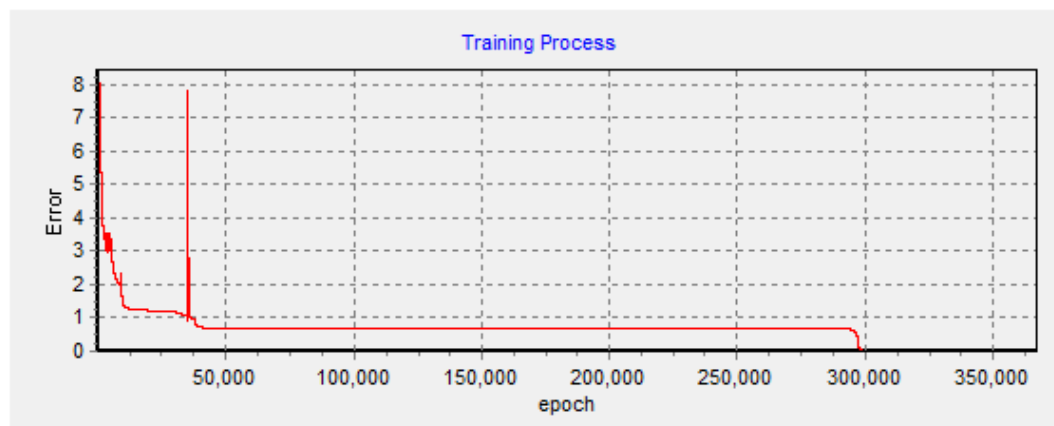
Gambar 33. Proses training Neural Network dengan input MQ-137, MQ-136, dan TGS2602



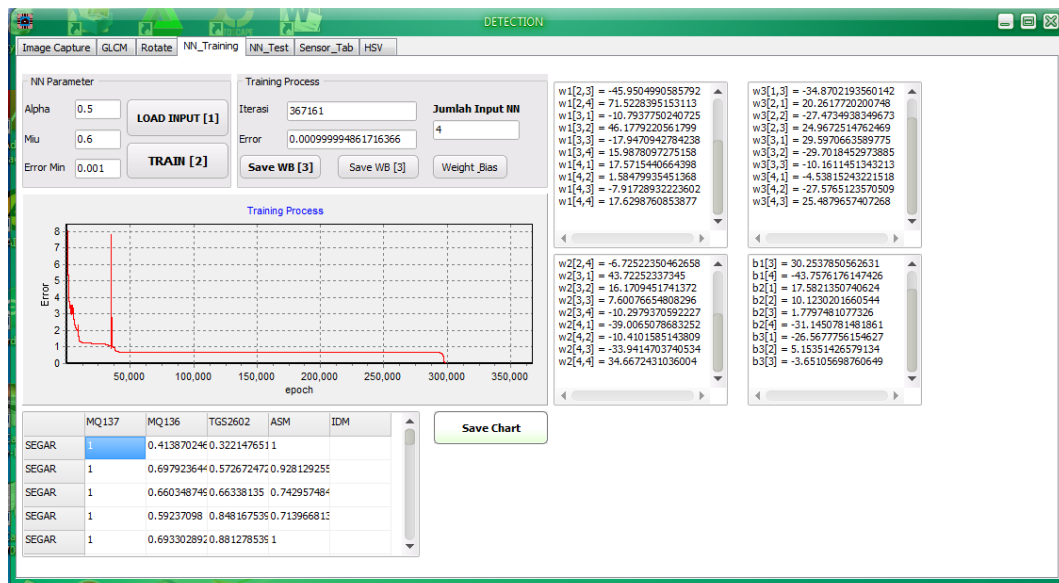
Gambar 34. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-137, MQ-136, TGS2602, dan ASM



Gambar 35. Proses training Neural Network dengan input MQ-137, MQ-136, TGS2602, dan ASM



Gambar 36. Grafik error training Neural Network dengan input MQ-137, MQ-136, TGS2602, dan IDM



Gambar 37. Proses training Neural Network dengan input MQ-137, MQ-136, TGS2602, dan IDM

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 5

Lampiran 5 berisi tentang listing program deret sensor gas, ekstraksi fitur GLCM, training Neural Network, dan testing Neural Network.

1. Listing program deret sensor gas

```
procedure TForm1.Button9Click(Sender: TObject);
begin
    if ComPort1.Connected then
        ComPort1.Close
    else
        ComPort1.Open;
end;
```

```
procedure TForm1.ComPortopen(Sender: TObject);
begin
    Button9.Caption := 'CLOSE';
    Shape4.Brush.Color := cllime;
end;
```

```
procedure TForm1.ComPortClose(Sender: TObject);
begin
    if Button9 <> nil then
        begin
            Button9.Caption := 'OPEN';
            Shape4.Brush.Color := clred;
        end;
end;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.ComDataPacket1Packet(Sender: TObject; const Str: string);
begin
```

```

Edit22.Text := str;
mq137 := str;
mq137_f := StrToFloat(mq137);
gabung := mq137;
end;

```

```

procedure TForm1.ComDataPacket2Packet(Sender: TObject; const Str: string);
begin
    Edit23.Text := str;
    mq136 := str;
    mq136_f := StrToFloat(mq136);
    gabungan := gabungan+', '+mq136;

end;

```

```

procedure TForm1.ComDataPacket3Packet(Sender: TObject; const Str: string);
begin
    //count := count +1;
    Edit24.Text := str;
    tgs2602 := str;
    tgs2602_f := StrToFloat(tgs2602);
    gabungan := gabungan+', '+tgs2602;
    // Memo_data.Lines.Add(TimeToStr(Now)+' '+gabung);
    // edit26.Text := IntToStr(memo_data.Lines.Count-1);
    // Series2.AddY(mq137_f);
    // Series3.AddY(mq136_f);
    // Series4.AddY(tgs2602_f);
end;

```

2. Listing program ekstraksi fitur GLCM

```

unit UGlcm;

```

```

interface
  uses SysUtils, Math, Graphics, ExtCtrls;

type
  TGLCM = record
    Asm0      : Real;
    Kontras0 : Real;
    Idm0      : Real;
    Entropi0  : Real;
    Korelasi0 : Real;
    Asm45     : Real;
    Kontras45 : Real;
    Idm45     : Real;
    Entropi45 : Real;
    Korelasi45 : Real;
    Asm90     : Real;
    Kontras90 : Real;
    Idm90     : Real;
    Entropi90 : Real;
    Korelasi90 : Real;
    Asm135    : Real;
    Kontras135 : Real;
    Idm135    : Real;
    Entropi135 : Real;
    Korelasi135 : Real;
  end;

  function TeksturGLCM(F: TImage): TGLCM;

implementation

// -----
// TeksturGLCM: Menghasilkan fitur GLCM.

```

```

//  Masukan: F    = Citra berskala keabuan
//  Keluaran: Fitur GLCM untuk beberapa sudut.
//  -----

function TeksturGLCM(F: TImage): TGLCM;
var
  Tinggi, Lebar, Y, X,
  A, B,
  TotalPiksel0, TotalPiksel45,
  TotalPiksel90, TotalPiksel135 : Integer;
  Asm0, Asm45, Asm90, Asm135,
  Idm0, Idm45, Idm90, Idm135,
  Kontras0, Kontras45, Kontras90, Kontras135,
  Entropi0, Entropi45, Entropi90, Entropi135,
  Korelasi0, Korelasi45, Korelasi90, Korelasi135,
  Px0, Px45, Px90, Px135,
  Py0, Py45, Py90, Py135,
  RerataX0, RerataX45, RerataX90, RerataX135,
  RerataY0, RerataY45, RerataY90, RerataY135,
  StdevX0, StdevX45, StdevX90, StdevX135,
  StdevY0, StdevY45, StdevY90, StdevY135 : Real;
  GLCM0, GLCM45, GLCM90, GLCM135 : array of array of Real;
  PtrF0,           // Pointer ke Y
  PtrFM : PByteArray; // Pointer ke Y-1
  GLCM : TGLCM;

begin
  Tinggi := F.Picture.Bitmap.Height;
  Lebar := F.Picture.Bitmap.Width;

  // --- Bentuk GLCM
  SetLength(GLCM0, 256, 256);

```

```

SetLength(GLCM45, 256, 256);
SetLength(GLCM90, 256, 256);
SetLength(GLCM135, 256, 256);

```

```

for Y := 0 to 255 do
  for X := 0 to 255 do
    begin
      GLCM0[Y,X] := 0;
      GLCM45[Y,X] := 0;
      GLCM90[Y,X] := 0;
      GLCM135[Y,X] := 0;
    end;

```

```

TotalPiksel0 := 0;
totalPiksel45 := 0;
TotalPiksel90 := 0;
TotalPiksel135 := 0;

```

```

for Y := 1 to Tinggi - 2 do
  begin
    PtrFM := F.Picture.Bitmap.ScanLine[Y-1];
    PtrF0 := F.Picture.Bitmap.ScanLine[Y];
    for X := 1 to Lebar - 2 do
      begin
        // -- Sudut 0
        A := PtrF0[X];
        B := PtrF0[X+1];
        GLCM0[A, B] := GLCM0[A, B] + 1;
        TotalPiksel0 := TotalPiksel0 + 1;

        // -- Sudut 45
        A := PtrF0[X];

```

```

B := PtrFM[X+1];
GLCM45[A, B] := GLCM45[A, B] + 1;
TotalPiksel45 := TotalPiksel45 + 1;

// -- Sudut 90
A := PtrF0[X];
B := PtrFM[X];
GLCM90[A, B] := GLCM90[A, B] + 1;
TotalPiksel90 := TotalPiksel90 + 1;

// -- Sudut 135
A := PtrF0[X];
B := PtrFM[X-1];
GLCM135[A, B] := GLCM135[A, B] + 1;
TotalPiksel135 := TotalPiksel135 + 1;
end;
end;

for Y := 0 to 255 do
  for X := 0 to 255 do
    begin
      GLCM0[Y,X] := GLCM0[Y,X] / TotalPiksel0;
      GLCM45[Y,X] := GLCM45[Y,X] / TotalPiksel45;
      GLCM90[Y,X] := GLCM90[Y,X] / TotalPiksel90;
      GLCM135[Y,X] := GLCM135[Y,X] / TotalPiksel135;
    end;

// --- Hitung Asm
Asm0 := 0.0;
Asm45 := 0.0;
Asm90 := 0.0;
Asm135 := 0.0;

```

```

for A := 0 to 255 do
  for B := 0 to 255 do
    begin
      Asm0 := Asm0 + (GLCM0[A, B] * GLCM0[A, B]);
      Asm45 := Asm45 + (GLCM45[A, B] * GLCM45[A, B]);
      Asm90 := Asm90 + (GLCM90[A, B] * GLCM90[A, B]);
      Asm135 := Asm135 + (GLCM135[A, B] * GLCM135[A, B]);
    end;
  end;
end;

```

```

// --- Hitung Kontras

```

```

Kontras0 := 0.0;
Kontras45 := 0.0;
Kontras90 := 0.0;
Kontras135 := 0.0;

```

```

for A := 0 to 255 do
  for B := 0 to 255 do
    begin
      Kontras0 := Kontras0 + (A-B)*(A-B)*(GLCM0[A,B]);
      Kontras45 := Kontras45 + (A-B)*(A-B)*(GLCM45[A,B]);
      Kontras90 := Kontras90 + (A-B)*(A-B)*(GLCM90[A,B]);
      Kontras135 := Kontras135 + (A-B)*(A-B)*(GLCM135[A,B]);
    end;
  end;
end;

```

```

// --- Hitung Idm

```

```

Idm0 := 0.0;
Idm45 := 0.0;
Idm90 := 0.0;
Idm135 := 0.0;
for A := 0 to 255 do
  for B := 0 to 255 do
    begin

```

```

Idm0 := Idm0 + (GLCM0[A, B] / (1+(A-B)*(A-B)));
Idm45 := Idm45 + (GLCM45[A, B] / (1+(A-B)*(A-B)));
Idm90 := Idm90 + (GLCM90[A, B] / (1+(A-B)*(A-B)));
Idm135 := Idm135 + (GLCM135[A, B] / (1+(A-B)*(A-B)));
end;

```

```

// --- Hitung Entropi

```

```

Entropi0 := 0.0;
Entropi45 := 0.0;
Entropi90 := 0.0;
Entropi135 := 0.0;
for A := 0 to 255 do
  for B := 0 to 255 do
    begin
      if (GLCM0[A, B] <> 0) then
        Entropi0 := Entropi0 - (GLCM0[A, B] *
          (Ln(GLCM0[A, B])));

      if (GLCM45[A, B] <> 0) then
        Entropi45 := Entropi45 - (GLCM45[A, B] *
          (Ln(GLCM45[A, B])));

      if (GLCM90[A, B] <> 0) then
        Entropi90 := Entropi90 - (GLCM90[A, B] *
          (Ln(GLCM90[A, B])));

      if (GLCM135[A, B] <> 0) then
        Entropi135 := Entropi135 - (GLCM135[A, B] *
          (Ln(GLCM135[A, B])));
    end;
  end;
end;

```

```

// -- Hitung kovarians

```



```
// -- Hitung Px [] dan Py [] dulu
```

```
Korelasi0 := 0.0;
```

```
Px0 := 0;
```

```
Py0 := 0;
```

```
RerataX0 := 0.0;
```

```
RerataY0 := 0.0;
```

```
Stdevx0 := 0.0;
```

```
Stdevy0 := 0.0;
```

```
Korelasi45 := 0.0;
```

```
Px45 := 0;
```

```
Py45 := 0;
```

```
RerataX45 := 0.0;
```

```
RerataY45 := 0.0;
```

```
Stdevx45 := 0.0;
```

```
Stdevy45 := 0.0;
```

```
Korelasi90 := 0.0;
```

```
Px90 := 0;
```

```
Py90 := 0;
```

```
RerataX90 := 0.0;
```

```
RerataY90 := 0.0;
```

```
Stdevx90 := 0.0;
```

```
Stdevy90 := 0.0;
```

```
Korelasi135 := 0.0;
```

```
Px135 := 0;
```

```
Py135 := 0;
```

```
RerataX135 := 0.0;
```

```
RerataY135 := 0.0;
```

```
Stdevx135 := 0.0;
```

```
Stdevy135 := 0.0;
```

```

for A := 0 to 255 do
  for B := 0 to 255 do
    begin
      Px0 := Px0 + A * GLCM0[A, B];
      Py0 := Py0 + B * GLCM0[A, B];

      Px45 := Px45 + A * GLCM45[A, B];
      Py45 := Py45 + B * GLCM45[A, B];

      Px90 := Px90 + A * GLCM90[A, B];
      Py90 := Py90 + B * GLCM90[A, B];

      Px135 := Px135 + A * GLCM135[A, B];
      Py135 := Py135 + B * GLCM135[A, B];
    end;

// Hitung deviasi standar
for A := 0 to 255 do
  for B := 0 to 255 do
    begin
      Stdevx0 := Stdevx0 + (A - Px0) * (A - Px0) * GLCM0[A, B];
      Stdevy0 := Stdevy0 + (B - Py0) * (B - Py0) * GLCM0[A, B];

      Stdevx45 := Stdevx45 + (A - Px45) *
        (A - Px45) * GLCM45[A, B];
      Stdevy45 := Stdevy45 + (B - Py45) *
        (B - Py45) * GLCM45[A, B];

      Stdevx90 := Stdevx90 + (A - Px90) *
        (A - Px90) * GLCM90[A, B];
      Stdevy90 := Stdevy90 + (B - Py90) *

```

```

        (B - Py90) * GLCM90[A, B];

    Stdevx135 := Stdevx135 + (A - Px135) *
        (A - Px135) * GLCM135[A, B];
    Stdevy135 := Stdevy135 + (B - Py135) *
        (B - Py135) * GLCM135[A, B];
end;

// Hitung Korelasi
for A := 0 to 255 do
    for B := 0 to 255 do
        begin
            Korelasi0 := Korelasi0 + ((A - Px0)*(B - Py0) *
                GLCM0[A, B]/(Stdevx0*Stdevy0));
            Korelasi45 := Korelasi45 + ((A - Px45)*(B - Py45) *
                GLCM45[A, B]/(Stdevx45 * Stdevy45));
            Korelasi90 := Korelasi90 + ((A - Px90)*(B - Py90) *
                GLCM90[A, B]/(Stdevx90 * Stdevy90));
            Korelasi135 := Korelasi135 + ((A - Px135)*(B - Py135) *
                GLCM135[A, B]/(Stdevx135 * Stdevy135));
        end;
    end;

GLCM.Asm0 := Asm0;
GLCM.Kontras0 := Kontras0;
GLCM.Idm0 := Idm0;
GLCM.Entropi0 := Entropi0;
GLCM.Korelasi0 := Korelasi0;

GLCM.Asm45 := Asm45;
GLCM.Kontras45 := Kontras45;
GLCM.Idm45 := Idm45;
GLCM.Entropi45 := Entropi45;

```

```

GLCM.Korelasi45 := Korelasi45;

GLCM.Asm90 := Asm90;
GLCM.Kontras90 := Kontras90;
GLCM.Idm90 := Idm90;
GLCM.Entropi90 := Entropi90;
GLCM.Korelasi90 := Korelasi90;

GLCM.Asm135 := Asm135;
GLCM.Kontras135 := Kontras135;
GLCM.Idm135 := Idm135;
GLCM.Entropi135 := Entropi135;
GLCM.Korelasi135 := Korelasi135;

TeksturGLCM := GLCM;
end;

end.

```

3. Listing program training Neural Network

```

procedure TForm1.TrainClick(Sender: TObject);
begin
    Series1.Clear;
    alfa := StrToFloat(alpha_edit.Text);
    miu := StrToFloat(miu_edit.Text);
    epsilon := StrToFloat(error_min.Text);
    eror := 1;
    iterasi := 1;
    Weight_init;

    repeat

```

```

Application.ProcessMessages;
series1.AddXY(iterasi, errortotal);
for z := 1 to 24 do //banyak data training
begin
    Forward_propagation;
    Back_Propagation;
    UpdateNilai;
end;
errortotal := (errorcum[1] + errorcum[2] + errorcum[3] + errorcum[4] +
errorcum[5] + errorcum[6] + errorcum[7] + errorcum[8] + errorcum[9] +
errorcum[10] + errorcum[11] + errorcum[12] + errorcum[13] + errorcum[14] +
errorcum[15] + errorcum[16] + errorcum[17] + errorcum[18] + errorcum[19] +
errorcum[20] + errorcum[21] + errorcum[22] + errorcum[23] + errorcum[24]);
//+ errorcum[25] + errorcum[26] + errorcum[27] + errorcum[28] +
errorcum[29]
// + errorcum[30]);
iterasi := iterasi + 1;
error_edit.Text := FloatToStr(errortotal);
iterasi_edit.Text := floatToStr(iterasi);
delay(3);
until errortotal <= epsilon;

end;

end.

```

4. Listing program testing Neural Network

```

procedure TForm1.TestingClick(Sender: TObject);
begin
    alfa := StrToFloat(alpha_edit.Text);
    miu := StrToFloat(miu_edit.Text);

```

epsilon := StrToFloat(error_min.Text);

Verification;

Edit14.Text := FloatToStr(round(out3_2[1]));

Edit15.Text := FloatToStr(round(out3_2[2]));

Edit18.Text := FloatToStr(round(out3_2[3]));

Edit8.Text:= FloatToStr(out3_2[1]);

Edit9.Text:= FloatToStr(out3_2[2]);

Edit17.Text:= FloatToStr(out3_2[3]);

if (round(out3_2[1]) = 1) then

begin

if (round(out3_2[2]) = 0) then

begin

if (round(out3_2[3]) = 0) then

begin

Edit10.Text:= 'Daging Segar';

end;

end;

end;

if (round(out3_2[1]) = 0) then

begin

if (round(out3_2[2]) = 1) then

begin

if (round(out3_2[3]) = 0) then

begin

Edit10.Text:= 'Daging Busuk';

end;

end;

end;


```
if (round(out3_2[1]) = 0) then
begin
  if (round(out3_2[2]) = 0) then
  begin
    if (round(out3_2[3]) = 1) then
    begin
      Edit10.Text:= 'Daging Sangat Busuk';
    end;
  end;
end;

end;
```

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 6

Lampiran 6 berisi tentang hasil pengujian bakteri.



**Kementerian
Perindustrian**
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

LAPORAN HASIL UJI
TESTING REPORT
6600/17/LHU/1/XI/2017

Nomor Analisa <i>Analyze Number</i>	:	2017P6600
Komoditi <i>Commodity</i>	:	Daging Sapi
Merk <i>Brand</i>	:	-
Dibuat untuk <i>Executed for</i>	:	Vinda Setya Kartika
Alamat <i>Address</i>	:	Jl. Keputih Gg. 3 No. 9 Surabaya
Jenis usaha <i>Type of Business</i>	:	Makanan
Diterima tanggal <i>Date of Acceptance</i>	:	31-Oktober-2017
Metode Uji <i>Testing Method</i>	:	Terlampir
Metode Pengambilan Contoh <i>Sampling Method</i>	:	-
Hasil Pengujian <i>Test Result</i>	:	Terlampir
Uraian Sampel <i>Detail of Sample</i>	:	500 gram daging sapi dalam plastik

Diterbitkan Tanggal 14-November-2017

Kepala Seksi
Pengembangan Jasa Teknik


Fatimah, SE, MM
NIP. 196403151991032001



Hal. 1 dari 2 (Page 1 of 2)

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

Gambar 38. Laporan hasil uji bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* halaman 1

No. LHU : 6600/17/LHU/1/XI/2017
No. Analisa : P6600
Sampel : Daging Sapi
Parameter : *Pseudomonas aeruginosa*
Hasil Uji :

No	Kode	Satuan	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Metode
1	Jam ke 0 Hari ke 1 (Pukul 14.10)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
2	Jam ke 1 Hari ke 1 (Pukul 15.10)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
3	Jam ke 2 Hari ke 2 (Pukul 10.40)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
4	Jam ke 3 Hari ke 2 (Pukul 11.40)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
5	Jam ke 4 Hari ke 2 (Pukul 12.40)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
6	Jam ke 5 Hari ke 2 (Pukul 13.40)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
7	Jam ke 6 Hari ke 2 (Pukul 14.40)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
8	Jam ke 7 Hari ke 3 (Pukul 08.50)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
9	Jam ke 8 Hari ke 3 (Pukul 09.50)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
10	Jam ke 9 Hari ke 3 (Pukul 10.50)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
11	Jam ke 10 Hari ke 3 (Pukul 11.50)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
12	Jam ke 11 Hari ke 3 (Pukul 12.50)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
13	Jam ke 12 Hari ke 3 (Pukul 13.50)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang
14	Jam ke 13 Hari ke 3 (Pukul 14.50)	Koloni/100 g	Nol	Cawan tuang

Catatan: Parameter uji sesuai permintaan

Surabaya, 14 November 2017

Laboratorium
Kimia dan Lingkungan



Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT
NIP. 197808232005022001

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

Gambar 39. Laporan hasil uji bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* halaman 2

LAPORAN HASIL UJI

TESTING REPORT

7514/17/LHU/1/XII/2017

Nomor Analisa : 2017P7514
Analyze Number
Komoditi : Daging Sapi
Commodity
Merk : -
Brand
Dibuat untuk : Vinda Setya Kartika
Executed for
Alamat : Jl. Keputih Gg. 3 No. 9 Surabaya
Address
Jenis usaha : Makanan
Type of Business
Diterima tanggal : 12-Desember-2017
Date of Acceptance
Metode Uji : Terlampir
Testing Method
Metode Pengambilan Contoh : -
Sampling Method
Hasil Pengujian : Terlampir
Test Result
Uraian Sampel : 500 gram daging sapi dalam plastik
Detail of Sample

Diterbitkan Tanggal 27-Desember-2017

Kepala Seksi
Standardisasi dan Sertifikasi

Indra Wahyu Diantoro, ST, MT
NIP. 197610162006041001

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

Gambar 40. Laporan hasil uji bakteri *Escherichia coli* halaman 1

No. LHU : 7514/17/LHU/1/XII/2017
No. Analisa : P7514
Jenis Sampel : Daging Sapi
Parameter Uji : *Escherichia coli*
Metode Uji : APM

Hasil Uji :

No	Kode	Satuan	Hasil Uji
1	Jam ke 0 (08.30)	APM / g	< 3
2	Jam ke 1 (09.30)	APM / g	< 3
3	Jam ke 2 (10.30)	APM / g	< 3
4	Jam ke 3 (11.30)	APM / g	< 3
5	Jam ke 4 (12.30)	APM / g	< 3
6	Jam ke 5 (13.30)	APM / g	< 3
7	Jam ke 6 (14.30)	APM / g	< 3
8	Jam ke 7 (15.30)	APM / g	< 3
9	Jam ke 8 (16.30)	APM / g	3

Catatan: Parameter uji sesuai permintaan

Surabaya, 27 Desember 2017

Laboratorium
Kimia dan Lingkungan


Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT
NIP. 197808232005022001

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

Gambar 41. Laporan hasil uji bakteri *Escherichia coli* halaman 2

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Vinda Setya Kartika

Alamat : Jl. Elang Raya A-5 Perum Rumpun Diponegoro,
Kel. Mangunharjo, Kec. Tembalang, Semarang,
Jawa Tengah

Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 11 Agustus 1991

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Status : Belum Menikah

No. Telepon : +62 813 362 471 55

Email : vinda.setyakartika@gmail.com

Riwayat Pendidikan : 1. SDN 03 Sendang Mulyo Semarang
2. SMPN 2 Semarang
3. SMAN 15 Semarang
4. D3- Politeknik Negeri Semarang
4. Strata-1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember